



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TUOMAS AALTO  
TUOTANNON HUOMIOIMINEN VAATIVIEN KORJAUSHANKKEI-  
DEN SUUNNITTELUSSA

Diplomityö

Tarkastajat: professori Arto Saari ja  
TkL Juha-Matti Junnonen  
Tarkastajat ja aihe hyväksytty  
Talouden ja rakentamisen tiedekun-  
taneuvoston kokouksessa 29. touko-  
kuuta 2017

## TIIVISTELMÄ

**TUOMAS AALTO:** Tuotannon huomioiminen vaativien korjaushankkeiden suunnittelussa

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 103 sivua, 7 liitesivua

Marraskuu 2017

Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Rakennustuotanto ja -talous

Tarkastajat: professori Arto Saari ja TkL Juha-Matti Junnonen

Avainsanat: korjausrakentaminen, suunnittelu, tuotanto

Suomessa korjausrakentamisen tarpeen voidaan ennakoida olevan tulevaisuudessa suurta, kun peruskorjaus tulee ajankohtaiseksi 1960-1980-luvuilla rakennetuissa taloissa. Suurissa ja vaativissa korjaushankkeissa ongelmana on, että tuotantoa ei oteta riittävästi huomioon hankkeen suunnitteluvaiheessa. Tämä aiheuttaa vaikeuksia päästä projektin tavoitteisiin aikataulun, kustannusten ja laadun osalta. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää toimintaohjeita, joiden avulla tuotanto voidaan ottaa huomioon korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa.

Tutkimus oli kvalitatiivinen ja se toteutettiin teemahaastatteluilla. Tietoa kerättiin kahdeksasta hiljattain valmistuneesta tai rakennusvaiheen loppupuolella olleesta vaativasta korjaushankkeesta haastatteleamalla tilaajia ja pääurakoitsijoita sekä osasta hankkeista myös muita osapuolia. Käsitellyistä hankkeista selvitettiin rakennusvaiheessa ilmenneet ongelmat ja niiden syyt sekä kerättiin näkemyksiä siitä, miten ongelmiin oltaisiin voitu varautua ja miten niitä oltaisiin voitu ehkäistä jo hankkeen suunnitteluvaiheessa.

Merkittävät ongelmat hankkeissa liittyivät toteutuskelpoisten toteutussuunnitelmien valmistumiseen liian myöhään sekä rakentamisen aikana esiin tulleisiin yllätyksiin. Toteutussuunnitelmien myöhästymiseen vaikuttaneita syitä olivat muun muassa puutteelliset mittatiedot korjattavasta rakennuksesta, osapuolten yhteistoiminnan puutteellisuus ja suunnittelijoiden liian vähäinen läsnäolo työmaalla. Rakentamisen aikaisia yllätyksiä aiheuttivat eniten rakenteiden ennakoitua huonompi kunto sekä pohjaolosuhteet ja maarakentaminen. Myös sääsuojaus ja logistiikka aiheuttivat haasteita osassa hankkeista.

Haastattelujen tulosten pohjalta kehitettiin toimintaohjeita tuotannon huomioimiseksi korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa. Toimintaohjeet laadittiin kolmesta näkökulmasta, jotka olivat ihmiset, prosessi ja teknologia.

## ABSTRACT

**TUOMAS AALTO:** Consideration of the production phase in the planning of demanding refurbishment projects

Master of Science Thesis, 103 pages, 7 Appendix pages

November 2017

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Construction Production and Economics

Examiners: Professor Arto Saari and Lis. Sc. (Tech) Juha-Matti Junnonen

Keywords: refurbishment, planning, production

The amount of building refurbishment is expected to be high in Finland in the future as buildings built between 1960s and 1980s need major renovations. The problem with large and demanding refurbishment projects is that production phase is not considered enough when the project is planned. This makes it difficult to accomplish the project's goals on costs, time and quality. The purpose of this research was to develop instructions on how to consider the production phase while planning the refurbishment project.

The research was qualitative and was done by interviewing clients and main contractors of eight demanding refurbishment projects. The projects were recently finished or they were near the end of the production phase. Problems that arose during construction were investigated and the reasons for those problems were analyzed. In addition, interviewees were asked how those problems could have been addressed and prevented during the planning phase of the project.

Delays in design and surprises during construction caused the most considerable problems in the production phase of the projects. Reasons behind design delays included insufficient measurement data of the existing building, lack of co-operation between project parties and designers not being present on the site. Most surprises during construction were related to poor condition of structures and earthworks. Also logistics and weather covering caused issues in some of the projects.

Instructions on how to consider the production phase during planning were developed based on the results of the interviews. Instructions were developed from three different perspectives: people, process and technology.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on laadittu osana Vaativat korjaushankkeet –tutkimushanketta, jonka rahoittivat Senaatti-kiinteistöt, Helsingin yliopisto, Helsingin kaupunki, Espoon kaupunki, Vantaan kaupunki, Lahden kaupunki, Consti, Fira, NCC, Granlund, A-Insinöörit ja Ramboll. Rahoittajille kuuluvat kiitokset tämän tutkimushankkeen mahdollistamisesta sekä onnistuneesta yhteistyöstä.

Kiitokset kaikille haastatelluille henkilöille aikanne ja asiantuntijuutenne jakamisesta. Professori Arto Saarta ja TkL Juha-Matti Junnosta haluan kiittää mahdollisuudesta tehdä diplomityö mielenkiintoisesta aiheesta ja erinomaisesta ohjauksesta koko tutkimusprosessin ajan. Kiitokset myös avustanne ja työpanoksestanne tutkimuksen päätuotoksen eli toimintaohjeiden laatimisessa.

Diplomityön tekeminen on ollut erittäin mielenkiintoinen ja antoisa, joskin ajoittain raskas prosessi, jonka aikana mieleen on tarttunut uutta tietoa enemmän kuin osasin odottaa. Lopuksi haluan kiittää vanhempiani tuesta koko yliopisto-opintojeni aikana sekä ystäviä vastapainon tarjoamisesta opiskelulle. Lisäksi kummastakin edellä mainitusta asiasta kiitän erityisesti Jenniä, jonka tuen ansiosta tämäkin projekti saatiin onnellisesti maaliin.

Tampereella 16.10.2017



Tuomas Aalto

# SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Tutkimuksen tausta .....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet .....	2
1.3	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus .....	3
1.4	Tutkimusraportin rakenne .....	4
2.	KORJAUSRAKENTAMISEN SUUNNITTELUPROSESSI .....	5
2.1	Suunnitteluprosessi .....	5
2.1.1	Tarveselvitys .....	5
2.1.2	Hankesuunnittelu .....	6
2.1.3	Suunnittelun valmistelu .....	9
2.1.4	Ehdotussuunnittelu .....	10
2.1.5	Yleissuunnittelu .....	12
2.1.6	Toteutussuunnittelu .....	13
2.2	Toteutusmuodon vaikutus korjaushankkeen läpivientiin .....	14
2.2.1	Pääurakkamuodot .....	15
2.2.2	Suunnittele ja rakenna –muodot .....	15
2.2.3	Projektinjohtomuodot .....	16
2.2.4	Yhteisvastuumuodot .....	18
2.2.5	Elinkaarimallit .....	19
3.	TUOTANTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT KORJAUSHANKKEISSA .....	20
3.1	Korjauskohteet tuotannon näkökulmasta .....	20
3.2	Kohteen lohkotus .....	21
3.2.1	Talotekniikan palvelualueet .....	23
3.2.2	Lohkojako hankkeen eri vaiheissa .....	24
3.3	Rakennuksen käyttö korjauksen aikana .....	25
3.3.1	Vaikutukset rakentamiseen .....	25
3.3.2	Väistötilat .....	27
3.4	Lähtötiedot kohteesta ja yllätykset rakenteissa .....	28
3.4.1	Esiselvitykset ja kuntotutkimukset .....	29
3.4.2	Yllätykset rakentamisen aikana .....	29
3.5	Logistiikka .....	30
3.6	Työtekniikat .....	31
3.6.1	Teolliset korjaustavat .....	32
3.6.2	Entisöintityöt .....	34
4.	TUTKIMUSMENETELMÄT JA TUTKIMUKSEN SUORITUS .....	35
4.1	Tutkimusmenetelmät .....	35
4.2	Hankkeiden valinta ja haastattelujen suoritus .....	37
5.	TUOTANNON HAASTEET KORJAUSKOHTEISSA .....	40
5.1	Hanasaaren kulttuurikeskuksen peruskorjaus .....	40
5.1.1	Yllätykset rakenteissa .....	41

5.1.2	Suunnittelu .....	41
5.1.3	Onnistumiset .....	43
5.1.4	Juurisyyanalyysi.....	43
5.2	Kansalliskirjaston peruskorjaus.....	45
5.2.1	Yllätykset rakenteissa .....	45
5.2.2	Suunnittelu .....	46
5.2.3	Onnistumiset .....	47
5.2.4	Juurisyyanalyysi.....	47
5.3	Elisan pääkonttorin saneeraus .....	48
5.3.1	Käyttäjän läsnäolo korjauksen aikana.....	50
5.3.2	Aikataulu .....	50
5.3.3	Logistiikka .....	51
5.3.4	Onnistumiset .....	51
5.3.5	Juurisyyanalyysi.....	52
5.4	Espoonlahden kirkon korjaus .....	53
5.4.1	Vaativa kattorakenne.....	55
5.4.2	Henkilövaihdokset .....	56
5.4.3	Onnistumiset .....	57
5.4.4	Juurisyyanalyysi.....	57
5.5	Lahden kaupunginsairaalan peruskorjaus .....	58
5.5.1	Yllätykset rakenteissa .....	59
5.5.2	Suunnittelu .....	59
5.5.3	Aikataulu .....	60
5.5.4	Onnistumiset .....	61
5.5.5	Juurisyyanalyysi.....	61
5.6	Leppävaaran uimahallin peruskorjaus ja laajennus.....	62
5.6.1	Suunnittelu .....	63
5.6.2	Onnistumiset .....	64
5.6.3	Juurisyyanalyysi.....	64
5.7	Teollisuuskatu 23-25 perusparannus .....	65
5.7.1	Suunnittelu .....	67
5.7.2	Logistiikka .....	67
5.7.3	Onnistumiset .....	68
5.7.4	Juurisyyanalyysi.....	68
5.8	Tapiolan koulun peruskorjaus .....	69
5.8.1	Monimuotoisuus ja tekniset ominaisuudet.....	71
5.8.2	Logistiikka .....	72
5.8.3	Onnistumiset .....	72
5.8.4	Juurisyyanalyysi.....	73
5.9	Yhteenveto .....	74
5.9.1	Suunnittelun ongelmat tuotannon näkökulmasta .....	74
5.9.2	Tuotanto .....	76

5.9.3	Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa .....	80
6.	TOIMINTAOHJEET TUOTANNON HUOMIOIMISEEN KORJAUSHANKKEEN SUUNNITTELUSSA .....	82
6.1	Analyysin jaottelu .....	82
6.2	Ihmiset .....	82
6.3	Prosessi .....	86
6.4	Teknologia .....	91
7.	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	94
7.1	Tutkimuksen tarkastelu .....	94
7.2	Tulosten tarkastelu .....	95
7.3	Jatkotutkimusehdotukset .....	97
	LÄHTEET .....	99

LIITE A: Haastattelupyyntökirje

LIITE B: Teemahaastattelurunko: Tilaaja

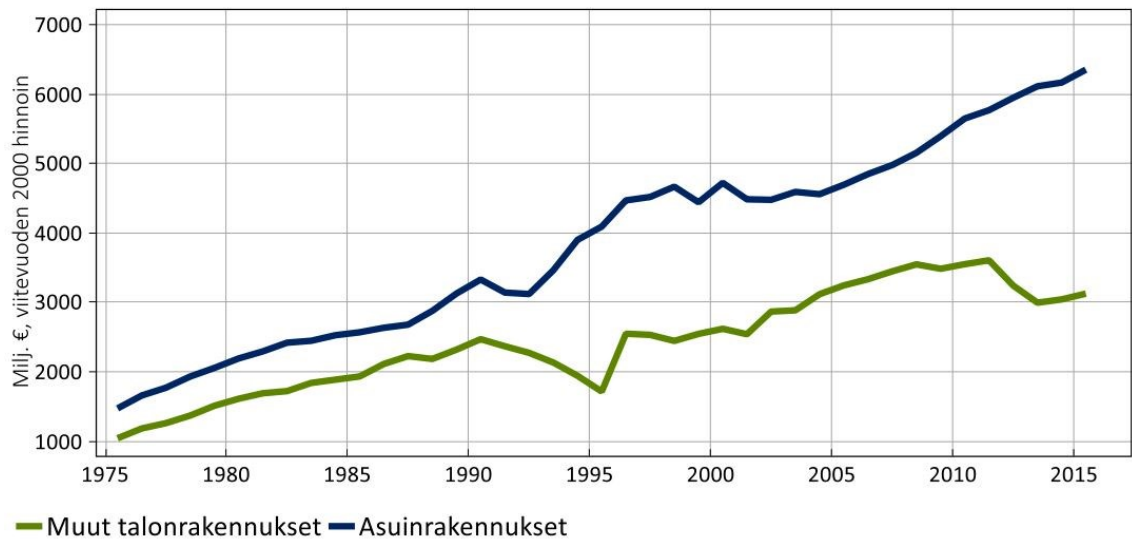
LIITE C: Teemahaastattelurunko: Urakoitsija

LIITE D: Teemahaastattelurunko: Suunnittelija

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Korjausrakentaminen on kasvanut Suomessa viime vuosina voimakkaasti ja korjausvelkaa on edelleen runsaasti; sen arvioidaan olevan jopa 10 % koko Suomen rakennuskannan arvosta. Peruskorjaus on tällä hetkellä tulossa ajankohtaiseksi 1960-1980-luvuilla rakennettuihin rakennuksiin. (Rakennusteollisuus RT 2017a) Korjausrakentamisen voidaan siis ennakoida olevan runsasta myös lähitulevaisuudessa.



**Kuva 1.** Korjausrakentamisen määrän kehitys (Rakennusteollisuus RT 2017b).

Suurin osa korjausrakentamisen investoinneista kohdistuu asuinrakennusten korjaamiseen, kuten nähdään kuvasta 1, mutta myös muiden rakennusten korjaamisen voidaan odottaa kasvavan. Esimerkiksi julkisella puolella korjaustarvetta pitävät yllä vanhentuneet koulut ja sairaalat. (Rakennusteollisuus RT 2017b) Muiden rakennusten ryhmään kuuluvat muun muassa liike- ja toimistorakennukset, vapaa-ajan rakennukset ja julkiset palvelurakennukset. Näiden rakennustyyppien korjaukset sisältävät vaativia korjaushankkeita, koska kohteet voivat olla esimerkiksi huomattavan suuria, arkkitehtuuriltaan ja rakenteiltaan monimuotoisia tai rakennushistorian vuoksi suojeltuja. Tällaisissa suurissa ja vaativissa korjaushankkeissa ongelmana on, että hankkeen suunnitteluvaiheessa tuotantoa ei oteta riittävästi huomioon. Tämä aiheuttaa vaikeuksia päästä projektin tavoitteisiin niin aikataulun, kustannusten kuin laadunkin osalta.



Korjaushankkeisiin sisältyy erityisiä haasteita uudisrakentamiseen verrattuna, joita aiheuttavat olemassa olevaan rakennukseen liittyvät rajoitteet ja epävarmuudet. Rakennus saattaa myös olla käytössä korjaamisen aikana. Nämä asiat tulisi suunnittelussa huomioida myös tuotannon näkökulmasta, jotta rakennusvaiheen eteneminen suunnitellusti on mahdollista. Suunnitteluvaiheessa tulisi suunnitella muun muassa käyttäjien väistötilat, kohteen lohkotus, työmaalogistiikka sekä varautuminen riskeihin. Keskeistä on myös toteutusmuodon valinta.

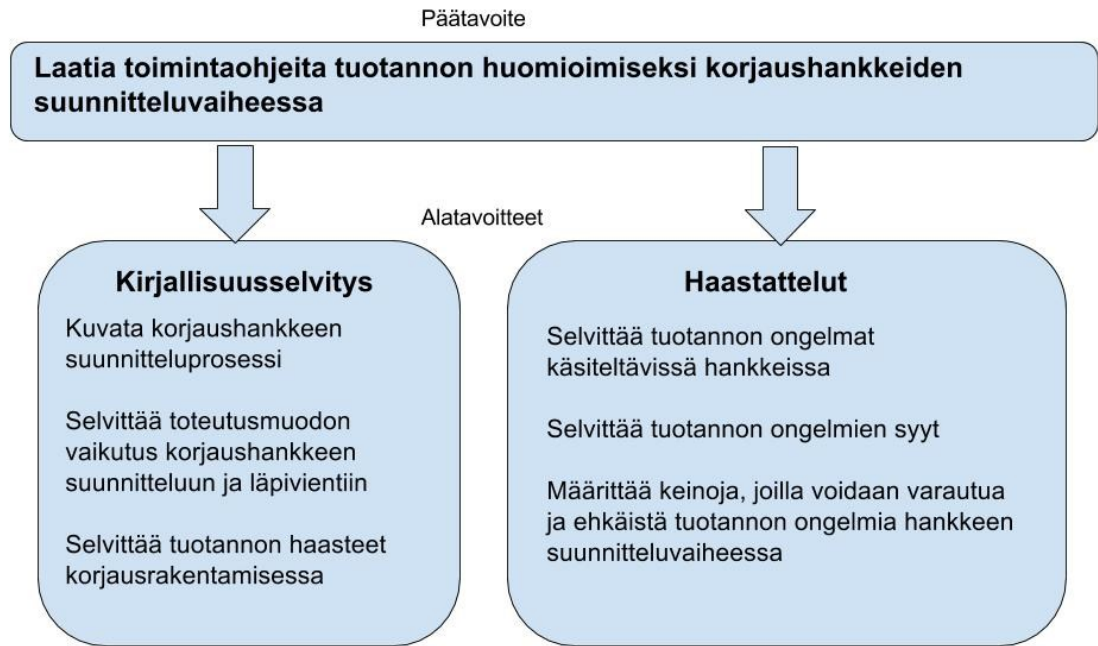
Mikäli rakennus on käytössä korjaamisen aikana, sillä on merkittäviä vaikutuksia rakennustöihin. Käyttäjien läsnäolo voi aiheuttaa haasteita erityisesti lohkotuksen ja työmaalogistiikan osalta. Hanketta suunnitellessa tulee suunnitella väistötilat käyttäjille tai kehittää sellaiset ratkaisut, jotka mahdollistavat samaan aikaan toimimisen sekä käyttäjälle että urakoitsijoille parhaalla mahdollisella tavalla. Ratkaistavia kysymyksiä ovat muun muassa mitkä käyttäjän toiminnot voivat siirtyä väistötiloihin ja kuinka pitkäksi aikaa, miten lohkotus vaikuttaa talotekniikan asennuksiin ja niiden lohkoittaiseen käyttöönottoon, ja miten käyttö vaikuttaa aikatauluihin ja logistiikkaan työmaalla.

Purkumenetelmillä, maanalaisilla töillä, sekä käytetyillä työtavoilla ja -tekniikoilla on vaikutusta hankkeen suunnitteluun, aikatauluun ja toteutukseen. Kohteen ominaisuudet saattavat vaikuttaa siihen, millaisia menetelmiä voidaan käyttää, joten suunnitelmien rakennettavuus tulee ottaa huomioon. Hanketta suunnitellessa tulisi lisäksi kiinnittää huomiota siihen, miten korjausrakentamiselle ominaisiin purkutöiden paljastamiin yllätyksiin voidaan varautua.

Tämä diplomityö on osa tutkimushanketta, jonka tavoitteena on kehittää hyviä menettelytapoja ja käytäntöjä, joiden avulla voidaan rakennustuotantotekninen näkökulma ottaa huomioon jo korjaushankkeen alkuvaiheessa. Tutkimushankkeen tulosten avulla voidaan korjaushankkeissa luoda erilaisia toteutusvaihtoehtoja, joista voidaan valita parhaiten hankkeen tavoitteet täyttävä ratkaisu. Tämä tutkimus on ensimmäinen kolmesta diplomityöstä, jotka tehdään tutkimushankkeen puitteissa. Tässä diplomityössä selvitettiin retrospektiivisesti kahdeksan hiljattain toteutetun korjaushankkeen toteutusvaiheessa havaitut ongelmat sekä laadittiin toimintaohjeita tuotannon huomioimiseksi ja tuotantoteknisiin ongelmiin varautumiseksi suunnitteluvaiheessa. Kaksi seuraavaa diplomityötä toteutetaan pilottihankkeiden yhteydessä ja niissä kehitetään käynnissä olevan korjauskohteen avulla tuotannon huomioonottamista ehdotussuunnitteluvaiheessa.

## **1.2 Tutkimuksen tavoitteet**

Tutkimuksen päätavoite oli laatia toimintaohjeita tuotannon huomioimiseksi korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa. Toimintaohjeet ovat tutkimuksen tärkein tuotos. Tutkimuksen tavoitteet on esitetty kaavion muodossa kuvassa 2.



**Kuva 2.** Tutkimuksen tavoitteet.

Päätaavoitteen saavuttamiseksi asetettiin alatavoitteet sekä kirjallisuuskatsaukselle että haastatteluille. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli kuvata korjaushankkeen suunnitteluprosessi sekä eri toteutusmuotojen vaikutukset suunnitteluun ja hankkeen läpivientiin. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, minkälaiset asiat voivat aiheuttavat tuotantoon haasteita korjaushankkeissa. Tutkimuksen empiirisen osuuden eli haastattelujen tavoitteina oli selvittää tuotannon haasteet ja niiden syyt käsitellyissä hankkeissa. Lisäksi päätaavoitetta silmällä pitäen haastattelujen avulla haluttiin määrittää keinoja, joilla tuotannon ongelmiin oltaisiin voitu varautua kyseisessä hankkeessa sekä korjaushankkeissa yleisesti.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus

Tutkimus oli kvalitatiivinen tutkimus, jossa päätutkimusmenetelmänä oli teemahaastattelu. Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelumuoto, jossa kysymykset ovat haastateltaville samat, mutta kysymysten järjestystä voidaan vaihdella ja lisäkysymysten esittäminen on mahdollista. Haastateltavat vastaavat kysymyksiin vapaasti omin sanoin. (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 47) Teemahaastattelu valittiin tutkimusmenetelmäksi, koska sen katsottiin soveltuvan hyvin korjaushankkeiden moniulotteisten haasteiden tutkimiseksi ja aiheeseen liittyvien näkemysten keräämiseksi. Hankkeissa esiintyneiden haasteiden syiden hahmottamiseksi tehtiin myös juurisyyanalyysia.

Tutkimuksen tekeminen aloitettiin kirjallisuusanalyysilla, jolla korjaushankkeiden suunnitteluun ja tuotantoon liittyvää tietoa kerättiin kirjoista, artikkeleista ja tutkimuksista. Tutkimuksen empiirisessä osassa tietoa tuotannon ongelmista korjaushankkeissa kerättiin haastatteluilla. Lisäksi kerättiin näkemyksiä siitä, miten tuotanto kannattaa huomioida

korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa. Tutkimuksessa tehtiin teemahaastatteluja koskien kahdeksaa hiljattain valmistunutta tai rakennusvaiheen loppupuolella olevaa vaativaa korjaushanketta. Hankkeet olivat vaativia korjaushankkeita, joiden budjetit vaihtelivat noin 8 miljoonan ja 43 miljoonan euron välillä. Hankkeet valittiin tutkimushankkeen ohjausryhmään kuuluneiden organisaatioiden ehdotusten perusteella. Jokaisesta hankkeesta haastateltiin tilaajaa tai rakennuttajakonsulttia ja pääurakoitsijaa. Lisäksi yhdestä hankkeesta haastateltiin rakennesuunnittelijaa. Haastattelut olivat yksilö- ja pienryhmähaastatteluja, joihin osallistui 2-3 henkilöä. Haastatteluja tehtiin yhteensä 17 helmikuun 2017 ja kesäkuun 2017 välillä. Haastattelujen lisäksi tietolähteenä käytettiin hankkeista saatuja dokumentteja, kuten hankesuunnitelmia ja erilaisia aikatauluja. Haastattelujen tulokset raportoitiin hankkeittain ja niistä laadittiin yhteenveto. Haastattelujen tulokset analysoitiin ja niiden avulla kehitettiin keinoja tuotannon huomioimiseen korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa.

## 1.4 Tutkimusraportin rakenne

Tutkimusraportin luvut 2 ja 3 koostuvat kirjallisuuskatsauksesta. Luvussa 2 on esitetty korjausrakennushankkeen suunnitteluprosessi sekä esitelty eri lyhyesti eri toteutusmuodot sekä niiden soveltuvuus erilaisiin hankkeisiin. Luvun 3 tarkoituksena on esitellä korjaushankkeille ominaisia tuotantovaiheeseen vaikuttavia tekijöitä ja haasteita.

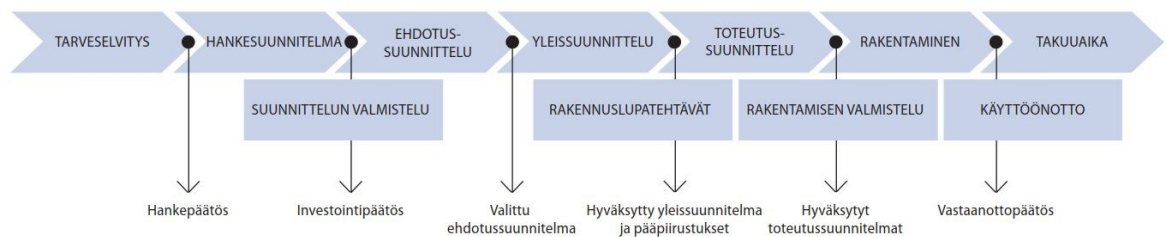
Luvussa 4 on esitetty empiirisen tutkimuksen tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen suoritus. Päättötutkimusmenetelmänä käytetyn teemahaastattelun ohella on esitelty juurisyyanalyysin tekeminen. Luku 5 sisältää käsiteltyjen hankkeiden kuvaukset sekä tutkimustulokset hankkeittain. Alaluvuissa on esitetty kustakin hankkeista merkittävimmät haasteet ja tämän jälkeen onnistumiset. Lisäksi jokaisesta hankkeesta tehtiin keskeisestä ongelmasta tai onnistumisesta juurisyyanalyysi, joka on esitetty hankkeiden käsittelyssä viimeisenä. Luku 5 sisältää myös yhteenvedon haastattelujen tuloksista.

Luvussa 6 on analysoitu haastattelujen tulokset sekä esitetty tutkimuksen pääasialliset tuotokset eli toimintaohjeet. Luku 7 sisältää tutkimuksen johtopäätökset, joihin kuuluvat tutkimuksen ja tulosten tarkastelu sekä jatkotutkimusehdotukset.

## 2. KORJAUSRAKENTAMISEN SUUNNITTELU-PROSESSI

### 2.1 Suunnitteluprosessi

Talonrakennushanke jaetaan yleensä vaiheisiin kuvan 3 mukaisesti. Alaluvuissa on käsitelty rakennushankkeen suunnittelua tämän vaiheistuksen mukaisesti korjausrakentamisen erityispiirteet huomioiden painottuen hankesuunnitteluun ja ehdotussuunnitteluun.



**Kuva 3.** Talonrakennushankkeen vaiheet (RT 10-11224 2016).

Tyypillisten toimintatapojen ja tehtävien lisäksi käsitellään kunkin vaiheen haasteita sekä tutkimuksissa esitettyjä ratkaisuja niihin. Suunnitteluprosessi on kuvattu suomalaisen käytännön mukaan, mutta suunnitteluun liittyviä haasteita on käsitelty myös ulkomaisia lähteitä hyödyntäen.

#### 2.1.1 Tarveselvitys

Rakennuksen korjaustarve syntyy teknisistä tai toiminnallisista syistä. Teknisiä syitä ovat rakennuksen vanhenemisesta johtuvat puutteet, kuten rakenteiden rikkoutuminen tai painuminen, talotekniikkajärjestelmien vanheneminen. (RIL K168-1994 1994) Rakennuksen eri osilla on erilaiset käyttöiät ja tekninen vanheneminen tapahtuu vähitellen (Kaivonen 1994). Toiminnalliset syyt liittyvät toimintatapojen muutokseen. Tällöin tilat eivät sovellu enää käyttäjän toimintoihin. Tilat ovat myös voineet käydä liian pieneksi. Kiinteistön omistajan kannalta korjaustarve voi syntyä myös, kun kiinteistön tuottotavoite ei enää täyty, eli kun kiinteistö ei ole esimerkiksi vuokramarkkinoilla kilpailukykyinen (Kaivonen 1994). Kun korjaustarve on havaittu, aloitetaan tarveselvitys. (RIL K168-1994 1994)

Tarveselvitysvaiheessa perustellaan uusi tilantarve tai korjausrakentamisen tapauksessa olemassa olevan tilan muutostarve. Tarvittavat tilat ja niiden vaatimukset kuvataan alustavasti. Tilantarve kuvataan karkeasti tilaryhmittäin. Lisäksi arvioidaan eri ratkaisumahdollisuuksien edullisuutta. Muuttuneen tilantarpeen tyydyttämiseksi saatetaan käsitellä useita eri vaihtoehtoja. (RIL K168-1994 1994) Tarveselvityksessä tulee käydä ilmi, voiko

vanha rakennus tyydyttää muuttuneet tarpeet vai onko syytä ottaa suunnittelun lähtökohdaksi uudisrakennuksen rakentaminen. (Kaivonen 1994) Mikäli käsitellyistä vaihtoehdoista päädytään rakentamista sisältävään vaihtoehtoon, alkaa hankeprosessi. (RT 10-11107 2013) Korjausrakennushankkeessa rakennuksen kuntoarvion tulisi olla käytössä tarveselvitystä tehdessä. Kuntoarvio kuuluu rakennuksen ylläpidon rutiineihin. (RIL K168-1994 1994) Tarvittaessa kuntoarviota täydennetään. Tarkemmat kuntotutkimukset tehdään hankesuunnitteluvaiheessa. (Kaivonen 1994)

Tarveselvitysvaiheessa rakennuttaja kytketään hankkeeseen. Tavallisesti rakennuttaja on joko hankkeen omistajan eli tilaajan omasta organisaatiosta tai ulkopuolinen konsultti. (RIL K168-1994 1994) Tarveselvitysvaiheen tuloksena on hyväksytty hankepääätös (RT 10-11107 2013).

Tarveselvitysvaihe saattaa olla lyhyt ja pääpiirteinen. (RIL K168-1994 1994) Pienissä hankkeissa se saatetaan myös yhdistää hankesuunnitteluun (Kankainen & Junnonen 2001). Tärkeää on kuitenkin saada selville käyttäjien tarpeet. Tämä voi olla haastavaa, sillä käyttäjillä itsellään ei usein ole tietoa siitä mitä he tarvitsevat. Lisäksi erityisesti julkisissa rakennushankkeissa aikajänne tarveselvityksestä kohteen valmistumiseen saattaa olla pitkä, jopa 5-10 vuotta. Tänä aikana käyttäjien tarpeet ovat saattaneet muuttua. (Naaranoja & Uden 2007)

## 2.1.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelussa asetetaan täsmälliset tavoitteet hankkeen laajuudelle, kustannuksille ja ajoitukselle sekä valmistuneen rakennuksen ylläpidolle (Kankainen & Junnonen 2001). Korjaushankkeeseen kuuluvat tekniset, toiminnalliset ja taloudelliset tavoitteet. Toiminnan näkökulmasta tehtävät toimenpiteet kiinteistössä voivat sisältää tilaominaisuuksiin, muuntojoustoon, esteettömyyteen, turvallisuuteen ja tietojärjestelmiin liittyviä parannuksia. (Pulakka et al. 2014) Esimerkkinä tyypillisestä toimintaan liittyvästä korjauksesta voidaan mainita työympäristön kehittäminen. Tekniseltä kannalta tarvittavat korjausasteet määritetään kuntotutkimusten avulla. Korjausasteet voivat olla erilaiset eri tiloille ja rakennusosille riippuen niiden kunnosta. (Kaivonen 1994) Hankesuunnittelun päämäärä on hakea tasapaino lähtötietojen ja tavoitteiden välille. Suunnitteluohjeet rakennuksen arkkitehtonista ja teknistä suunnittelua varten laaditaan ja tilaohjelma laaditaan tarveselvitysvaiheessa tehdyn alustavan version pohjalta. (Kankainen & Junnonen 2001) Hankesuunnitteluvaiheessa tehdään asbestin ja muiden haitallisten aineiden kartoitukset. Lisäksi tehdään selvitys työturvallisuuteen liittyvistä toimista, joihin liittyvät esimerkiksi rakenteiden vaarallisuus ja mahdolliset sisäilmaongelmat. Toteutusmuoto määritetään alustavasti hankesuunnitteluvaiheessa. Hankesuunnitteluvaiheen tuloksena on investointipääätös ja hyväksytty hankesuunnitelma. (RT 10-11107 2013)

Hankesuunnitteluvaiheessa on mukana yleensä rakennuksen omistaja ja käyttäjä, rakennuttaja sekä suunnittelijoita. Suunnittelijoista mukana on ainakin arkkitehti, joka yleensä

jatkaa hankkeessa pääsuunnittelijana. Tarvittaessa mukana ovat myös rakennesuunnittelija ja taloteknisiä suunnittelijoita ja kustannussuunnittelija. Korjaushankkeissa alustavaa rakennussuunnittelua tarvitaan usein jo hankesuunnitteluvaiheessa, jotta kustannustavoite voidaan asettaa oikein. Rakennuttajan on tarkoitus toimia hankkeen läpiviennin ja rakennustoiminnan asiantuntijana. (Kankainen & Junnonen 2001) Pääurakoitsijaa ei hankesuunnitteluvaiheessa ole perinteisesti mukana. Hankesuunnitteluvaiheessa käsitellään kuitenkin esimerkiksi valmistumisen aikataulutavoitteita ja vaiheittain rakentamista. (RT 10-11107 2013) Näissä asioissa pääurakoitsijan näkemys voisi kuitenkin olla hyödyllinen.

Hankkeen riskejä tarkastellaan eri vaiheissa alkaen jo tarveselvityksestä. Hankeselvitysvaiheessa rakennuttaja laatii oman riskienhallintasuunnitelmansa. (RT 10-11107 2013) Riskienhallintaprosessiin kuuluu hankkeen riskitason määrittäminen, riskien analysointi sekä riskeihin varautuminen ja niiden torjunta. Riskejä voivat aiheuttaa hankkeen sisäiset haasteet sekä ulkoiset tekijät. Sisäisiin haasteisiin voidaan vaikuttaa ja niitä hallitaan vastatoimilla. Ulkoisiin tekijöihin ei voida vaikuttaa, vaan ainoastaan niiden seurauksiin voidaan varautua. Hankkeen alkuvaiheessa on tärkeää tunnistaa todennäköiset ja vaikutuksiltaan merkityksellisimmät riskit ja suunnitella näille vastatoimet. (RT 10-11255 2017) Riskien tunnistamiseen voidaan käyttää erilaisia tapoja, kuten aivoriihisessiot, historia-tietojen analysointi vastaavista projekteista ja valmiiden tarkistuslistojen käyttö. Riskien tunnistamisella ei vielä saada tietoa riskien suuruudesta, vaan ainoastaan niiden syistä. Riskien suuruus tulee siis lisäksi analysoida riittävän tarkasti. Metodeja riskien analysointiin ovat esimerkiksi riskien järjestäminen suuruuden mukaan, mistä ei saada numeerisia arvoja ja täysimittainen riskien simulointi esimerkiksi Monte Carlo –menetelmällä. Pseudokvantitatiivinen menetelmä, jossa riskeille pyritään arvioimaan numeerisia arvoja, sijoittuu tarkkuudessa näiden menetelmien väliin. (Smith et al. 2013) Rakennuttaja määrittää sopimuksellisin keinoin riskienhallinnan menettelyt ja valvoo niiden toteutumista hankkeen aikana (RT 10-11255 2017)

Riskienhallinta on koko hankkeen läpi jatkuvaa toimintaa ja riskienhallintasuunnitelmaa tulee päivittää, sillä riskejä saattaa poistua tai uusia voi tulla esille hankkeen edetessä. Onnistunut riskienhallinta edellyttää osapuolten velvollisuuksien määrittämistä ja yhteistoimintaa osapuolten välillä. Rakennuttajan tulee viestiä omat hanketta koskevat tavoitteensa muille osapuolille, jotta he voivat tehdä omat riskienhallintasuunnitelmansa siten, että ne tukevat rakennuttajan tavoitteiden saavuttamista. (RT 10-11255 2017) Tilaaja voi myös urakoitsijan valintaa tehtäessä jakaa omia tietojaan hankkeen riskeistä ja pyytää tarjoajia esittämään riskienhallintasuunnitelma tarjouksessa. Lisäksi osapuolten tulisi sopia, miten ennakoimattomien riskien toteutuessa reagoidaan eri osapuolten yhteistyötä hyödyntäen. (Lehtiranta 2014) Naaranoja & Udenin (2007) mukaan rakennushankkeissa Suomessa on ollut ongelmana, että projektit aloitetaan usein ilman riittävää riskien kar-toitusta. Projektin hyvää suunnittelua pidetään itsestään selvänä ja ajatellaan, että mahdolliset kustannusten ja aikataulujen ylitykset ovat jo riittävän tarkasti tiedossa.

Rakennuksen kuntotutkimukset kuuluvat hankesuunnitteluvaiheeseen. (RT 10-11107 2013) Tutkimukset aloitetaan yleensä asiakirjoihin tutustumalla ja rakennuksen silmä-  
määräisellä arvioinnilla. Vanhoja piirustuksia voidaan hankkia kiinteistön nykyiseltä ja  
edellisiltä omistajilta, vanhoilta suunnittelijoilta, rakennusvalvontavirastosta ja vakuutus-  
yhtiöistä. Tärkeää on selvittää vanhojen suunnitelmien paikkansapitävyys. Mikäli van-  
hoja piirustuksia ei ole saatavissa ja halutaan saada tarkkoja mittatietoja, tehdään raken-  
nusmittauksia. Näillä saadaan selville esimerkiksi rakenteiden sijaintitiedot ja mitat sekä  
korkeustiedot lattioista alakatoista ja ikkunoista. Myös mitataan tarvittaessa. (RIL K168-  
1994 1994) Nykyään rakennusmittaukset tehdään tyypillisesti laserkeilauksen avulla. La-  
serkeilauksella tehdyt riittävät mittaukset mahdollistavat tietomallinnuksen käytön koh-  
teen suunnittelussa. (Haavisto 2013) Pintapuolisten arviointien jälkeen voidaan suunni-  
tella, mitä tarkempia tutkimuksia rakennuksen kunnosta kannattaa suorittaa. Tutkimukset  
kohdistetaan korjausvaihtoehtojen ja kustannusten kannalta olennaisimpiin kohtiin, joita  
ovat perustukset, runko, vesikatto ja LVIS-järjestelmät. Kuntotutkimusten tulee olla niin  
kattavat, ettei korjausperiaatetta tarvitse muuttaa suunnittelun edetessä. (Kaivonen 1994)  
Jos rakennus on vanha tai merkittävä, sovitaan lisäksi rakennushistorialliset tavoitteet ja  
tehdään rakennushistoriallinen selvitys. (RT 10-11107 2013).

Riittävän tarkat lähtötiedot kohteesta ovat tärkeitä työmaan aikataulun hallinnan kannalta,  
sillä Alastalon (2014) mukaan purkuvaiheessa esiin tulevat yllätykset ovat suurin syy työ-  
maan aikataulun hallinnan epäonnistumiseen. Myös Attalla et al. (2000) mukaan enna-  
koimattomat olosuhteet työmaalla ovat suurin syy korjaushankkeiden aikataulun ja kus-  
tannuksien ylittymiseen. Mikäli mahdollista, jo hankkeen alkuvaiheessa ennen rakennus-  
suunnittelun alkua, voidaan tehdä koepurkuja rakennuksessa. Tavoitteena on kohteesta  
tehtyjen oletusten toteaminen oikeaksi. Koepurkujen laajuutta tulee harkita sen mukaan,  
miten mahdolliset löydökset vaikuttavat suunnitteluun ja toteutukseen. Jos odottamatto-  
malla löydöksellä voi olla suurta vaikutusta suunnitteluun, tulisi koepurkuja kyseisellä  
alueella harkita. (Howell & Mitropoulos 2002) Merkittävästä vaikutus voi olla esimer-  
kiksi sillä, jos IV-kanavien tai muun talotekniikan reitityksiä joudutaan suuresti muutta-  
maan rakentamisen jo alettua. Laajojen koepurkujen tekeminen käytössä olevassa raken-  
nuksessa on luonnollisesti hankalaa (RT 13-11120 2013).

Kagioglou et al. (2000) mukaan avaintoimijoita otetaan mukaan rakennushankkeisiin tyy-  
pillisesti liian myöhään. Tärkeiden toimijoiden mukaan ottaminen hankkeeseen aikai-  
sessä vaiheessa voisi lisätä ryhmähenkeä hankkeen osapuolten välillä ja edistää oikea-  
aikaista kommunikaatiota ja päätöksentekoa. Laufer et al. (1996) esittävät, että kunkin  
projektivaiheen johtajat tulisi ottaa mukaan hankkeen suunnitteluun mahdollisimman ai-  
kaisessa vaiheessa ja pitää heidät mukana siitä eteenpäin. Päätoteuttajan osalta tämä vaihe  
olisi hankesuunnittelu. Howell & Mitropoulos (2002) mukaan suurin este urakoitsijan  
mukaan ottamiselle hankkeen alkuvaiheessa on tilaajan epävarmuus siitä, mitä lisäarvoa  
tämä tuo verrattuna urakoitsijan valintaan hintakilpailulla.

Korjausrakentamisessa tarvitaan nykyistä joustavampaa ja osallistavampaa projektisuunnittelua (Egbu et al. 1998; Rahmat & Ali 2009). Korjausrakentamisen kompleksisuus aiheuttaa tarpeen moninaisille suunnitelmille ja erikoistumiselle. Tehtävien liittyminen toisiinsa taas aiheuttaa tarpeen yhteistyölle ja tiedon jakamiselle. (Rahmat & Ali 2009) Yhteistyö vaatii toimijoiden välistä luottamusta, josta on kuitenkin pulaa rakennushankkeissa. Projekteissa luottamusta saadaan aikaan, kun luodaan syyttävän ilmapiirin sijaan ongelmanratkaisuun keskittynyt ilmapiiri. Luottamuksen rakentuminen alkaa toimijoiden yhteisestä sitoutumisen tunteesta hanketta kohtaan. (Naaranoja & Uden 2007)

### 2.1.3 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmisteluun liittyvät tehtävät limittyvät hankesuunnitteluun ja ehdotussuunnitteluun (RT 10-11224 2016). Kun aletaan valmistella suunnittelua, hankkeen tavoitteet tarkastetaan vielä tilaajan ja käyttäjien kanssa. Kohteen suunnittelun vaativuusluokat määritellään ja selvitetään suunnittelun erityisvaatimukset ja asiantuntijuuden tarve. Korjaushankkeessa tarkastetaan hankeselvitysvaiheessa tehdyt korjausasteen määrittelyt ja rakennushistorialliset tavoitteet. Lisäksi tehdään tarvittaessa palotekniset suunnitelmat, jotka toimivat vaatimuksina muille suunnitelmille. Myös muita tutkimuksia, kuten äänitekniisiä- ja sisäilmatutkimuksia voi olla tarpeen tehdä. (RT 10-11107 2013) Hankkeeseen nimetään turvallisuuskordinaattori ja varmistetaan, että hänellä on riittävät pätevyudet. Suunnittelua varten laaditaan turvallisuusasiakirja. (RT 10-11107 2013)

Suunnittelun valmistelun yhteydessä rakennuttaja organisoii suunnittelun ja pitää mahdolliset suunnittelukilpailut tai pyytää suunnittelutarjoukset. Lopuksi käydään tarvittavat neuvottelut ja valitaan suunnittelijat. (RT 10-11107 2013) Toteutusmuoto vaikuttaa suunnitelmien hankintaan ja organisointiin. Lisäksi suunnitteluryhmille on erilaisia toimintamalleja, jotka vaikuttavat siihen, kuka ohjaa suunnittelua. Vaihtoehtoisia tapoja ovat esimerkiksi rakennuttajavetoinen suunnittelu, pääsuunnittelijan koordinoima suunnittelu, kokonaissuunnittelu ja yhteisvastuullinen suunnittelu. (Kankainen & Junnonen 2001) Jokaisessa hankkeessa on oltava pääsuunnittelija, joka on vastuussa koko hankkeen suunnittelukokonaisuudesta ja sen laadusta. Lisäksi jokaisella erityissuunnittelukokonaisuudella on vastaava suunnittelija, joka vastaa kyseisten suunnitelmien laadusta ja siitä että ne muodostavat yhteensopivan kokonaisuuden. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999)

Kullekin suunnittelualalle määritetään tehtävät ja vaatimukset. Näihin kuuluvat muun muassa toimeksiannon laajuudet, pätevyysvaatimukset ja mahdollisista erityismenettelyistä johtuvat vaatimukset. (RT 10-11107 2013) Korjausrakentamisessa suunnittelijoilta vaaditaan joitain erityisiä valmiuksia uudisrakentamiseen verrattuna:

- Oman erityisalan ohella muiden suunnittelualojen tuntemus on tärkeää
- Mahdollisesti muuttuneiden toimintojen vaatimien tilojen suunnittelu olemassa olevaan rakennukseen



- Poistumisreittien ja esteettömyyden suunnittelu nykyvaatimusten täyttäväksi on vaativaa
- Uusien talotekniikkajärjestelmien sovittaminen oleviin tiloihin
- Rakennussuojelun huomioiminen kaikilla suunnittelualoilla ja kulttuuriarvojen tiedostaminen
- Suunnittelun resurssimitoitus vaikeampaa: suunnitteluun voi kulua enemmän aikaa yksikköä kohden kuin uudisrakennuksessa. (RT 13-11120 2013)

Suunnittelun valmistelussa tehdään suunnittelutiedon hallintaa koskevat päätökset, joita ovat suunnittelun raportointikäytännöt, suunnitelmien yhteensovittaminen ja tietomallinnuksen taso. Projektille tehdään projektipankki ja päätetään sen pääkäyttäjä. (RT 10-11107 2013)

Suunnittelun valmistelun tuloksena valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset. Suunnittelijat voidaan valita joko kilpailuun perustuen tai ilman kilpailua. Kilpailu voi olla tarjouskilpailu, suunnittelukilpailu tai näiden yhdistelmä. Avointa suunnittelukilpailua käytetään yleensä arkkitehtisuunnittelussa. Se soveltuu käytettäväksi silloin kun halutaan löytää mahdollisimman monia ja uusia tilaajan tarpeet tyydyttäviä vaihtoehtoja. Suunnittelu- ja tarjouskilpailussa etsitään parasta suunnitteluratkaisua ja suunnitelmalle saadaan samalla tarjoukseen perustuva hinta. Puhdas tarjouskilpailu edellyttää tarkasti määriteltyä tehtävää. Kilpailu on yleensä rajoitettu ja tarjoukset pyydetään vaatimukset täyttäviltä suunnittelijoilta. Tarjouskilpailussa pyritään edulliseen hinta-laatusuhteeseen. Suunnittelupalkkion määräytymiseen voidaan käyttää useita eri perusteita. Useimmin käytetyt palkkiomuodot ovat kokonaispalkkio ja aikapalkkio henkilöryhmittäin. Muita vaihtoehtoja ovat esimerkiksi prosenttiosuus kohteen suunnittelusta tai todellisista kustannuksista ja yksikköpalkkio työsuoriteyksiköiltä. (Kankainen & Junnonen 2001)

## 2.1.4 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaihe on ensimmäinen vaihe, jonka katsotaan olevan varsinaista rakennussuunnittelua. Ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdään suunnitteluehdotuksia hankeselvitysvaiheessa määritettyjen tavoitteiden täyttämiseksi. Ehdotussuunnitelmasta käy ilmi toiminnallinen, rakennustaiteellinen ja tekninen yleisratkaisu. (Kankainen & Junnonen 2001) Pääsuunnittelija sopii muiden suunnittelijoiden kanssa suunnitelmien yhteensovittamisen menettelyistä. Pääsuunnittelija huolehtii myös, että tarvittavat suunnitelmat tehdään ja että ne ovat hankkeen tavoitteiden mukaisia. (RT 10-11108 2013) Korjaushankkeessa ehdotussuunnitelmia käsiteltäessä tarkastellaan ja suunnitellaan myös väistötilojen tarvetta (RT 10-11109 2013). Tehdyistä ehdotussuunnitelmista laaditaan kustannuslaskelmat ja niistä saadaan hankkeen tavoitehintaa. Lisäksi tehdään ylläpitokustannusarviot.

Arkkitehti laatii ehdotukset rakennuksen jakautumisesta kerroksiin, osastoihin ja alueisiin. Ehdotukset eli pohjapiirustukset laaditaan tilaohjelmaan kuuluvista tiloista, siihen

kuulumattomista tiloista ja talotekniikan tilavarauksista. Mikäli korjataan julkisivua, laaditaan ehdotukset julkisivusta ja sen materiaaleista. Toistuvista tiloista laaditaan tyyppiratkaisut. (RT 10-11109 2013) Vastaava rakennesuunnittelija määrittelee alustavasti rakenteiden mitoituksessa käytettävät kuormat. Arkkitehdin määrittelemille toiminnallisille vaihtoehtoilta määritetään rakennetekniset ratkaisumahdollisuudet. Ratkaisujen kestävyys, muuntojoustavuus ja rakennettavuus selvitetään. Kun toiminnallinen ratkaisu on valittu, selvitetään siihen sopivat rakennejärjestelmävaihtoehdot. Vaihtoehtoja tarkastellaan muun muassa kantavuuden, kestävyys, muunneltavuuden ja rakennusfysiikan kannalta. Ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdään tarvittaessa rakenteellisia kunto- ja kantavuustutkimuksia ja arvioidaan vanhojen rakenteiden vahvistamistarvetta. (RT 10-11128 2013) Talotekniikkasuunnittelijat selvittävät yhteistyössä koko suunnittelutiimin kanssa ne vaihtoehdot, jotka soveltuvat arkkitehdin määrittämälle tilaratkaisuvaihtoehtoilta. Ratkaisut selvitetään erikseen kiinteälle rakennusosalle ja muuntuville tilaosille. Teknisten tilojen tarpeet ja merkittävät rakenteiden läpiviennit suunnitellaan ja kuormitustiedot toimitetaan rakennesuunnittelijalle. (RT 10-11129 2013) Ehdotussuunnitteluvaiheen tuloksena on ehdotussuunnitelma, joka on suunnittelualojen osalta yhteen sovitettu ja rakennuttajan hyväksymä (RT 10-11107 2013).

Ehdotussuunnitelmat voivat olla rinnakkaisia tai perättäisiä parannettuja suunnitelmia (Wind 2015). Eräs suunnitteluvaihtoehtojen luomiseen ja käsittelyyn kehitetty metodi on morphological overview -matriisi, jonka pystyakselille kirjataan kohteen osakokonaisuuksia, esimerkiksi valaistus, lämmitys tai tilajärjestely. Kaikki kohteelle tärkeät osat tulisi olla listattuna. Vaakariveille kirjataan osakokonaisuuksien mahdollisia toteutustapoja periaatteen tasolla. Matriisia on tarkoitus luoda ja käsitellä eri alojen suunnittelijoiden kesken. Matriisi luo kokonaiskäsityksen siitä, millaisia suunnitteluvaihtoehtoja yhdistelemällä voidaan luoda kokonaisratkaisu kohteelle. Metodi voi onnistuessaan parantaa mahdollisten ratkaisujen löytymistä ja siitä on hyötyä suunnittelijoiden välisessä ryhmätyöskentelyssä ja kommunikaatiossa. (Zeiler & Savanovic 2008)

Peräkkäisten paranneltavien ehdotusten laatiminen voi olla kannattavaa, koska suunnittelijoiden kyky innovoida rinnakkaisia oleellisesti erilaisia suunnitelmia on rajallinen. (Kruus et al. 2006) Erityisesti korjausrakentamisen suunnittelussa vaihtoehtojen testaamisen merkitys korostuu. Paluuta edellisiin vaiheisiin tapahtuu ainakin yhtä paljon kuin uudisrakentamisessa. (RT 13-11120 2013) Tämän iteraatioprosessin mahdollistamiseksi perättäisten suunnitelmaehdotusten laatiminen toimii hyvin. Howell & Mitropoulos (2002) katsovat rapid prototyping -metodin soveltuvan suunnitteluehdotuksen iterointiin. Menetelmässä tärkeimmät projektiin osallistuvat tahot, johon kuuluu tilaajan, käyttäjän, suunnittelijoiden ja pääurakoitsijan edustajat, tapaa päivän tai kahden mittaisissa työpaikoissa, joissa kehitetään suunnitteluehdotuksia. Menetelmän käyttö vaatii siis sellaisen toteutusmuodon, jossa urakoitsija on valittu jo ehdotussuunnitteluvaiheessa. Ehdotuksien toteutuskelpoisuutta tarkastellaan ja niitä parannellaan, kunnes valittu suunnitelmaehdo-

tus täyttää hankkeen suunnitelmille asetetut tavoitteet. Työpajoissa tehdään arvioita aikatauluista ja kustannuksista. Suunnittelun iterointiprosessia jatketaan, kunnes suunnitelma täyttää suunnittelutavoitteet ja aikataulu- ja kustannusarviot ovat hankkeelle määritettyjen rajojen sisällä. Suunnitelmien parantelua voidaan jatkaa vielä tämänkin jälkeen esimerkiksi kustannusten tai riskien pienentämiseksi. Workshopin yhteydessä määritetään myös pääasiallinen rakennustapa. Menetelmän etuna on suunnitteluratkaisun toimivuuden arviointi tärkeimpien projektitoimijoiden läsnä ollessa, ennen kuin sitä aletaan viedä eteenpäin. Suunnittelijoiden ja pääurakoitsijan tulee olla valittuna hankkeeseen, jotta työskentelytapaa voidaan käyttää. (Howell & Mitropoulos 2002)

Juuri päätöksenteossa ja suunnitelmista keskustelemisessä on ongelmia suomalaisissa korjaushankkeissa. Kokouksissa esitetyjä ratkaisuja ei kommentoida tai kritisoida, vaikka ratkaisu vaikuttaisi epäkelvolliselta. Ratkaisu on hylätty vasta myöhemmässä vaiheessa, kun se on todettu toimimattomaksi. Tähän mennessä suunnitteluun on jo käytetty resursseja, jotka menevät hukkaan, kun ratkaisu joudutaan hylkäämään. Koska hankkeessa toimivat ammattilaiset tulevat eri organisaatioista, heidän välisessä yhteistyössä on ongelmia ja luottamusta on vähän. Monet ovat kokeneet, että on parempi jättää ongelmansa kertomatta hankkeen muille osapuolille suojellakseen omaa organisaatiotaan. Luottamuksen puute aiheuttaa vaikeuksia omasta ajattelusta poikkeavien näkökantojen hyväksymisessä ja vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen käsittelyssä. (Naaranoja & Uden 2007)

Toisin kuin Howell & Mitropouloksen (2002) mukaan, Söderströmin (2013) mukaan suunnittelussa mukana olevan urakoitsijan ei tarvitse välttämättä olla sama kuin työn varsinaisen toteuttajan. Urakoitsija voisi tässä vaiheessa toimia konsultin roolissa ja hänelle maksettaisiin työstä palkkio. Urakoitsija voisi esittää toteutuskelpoisia ratkaisuja ja samalla saataisiin täysin toteuttamiskelvottomat ratkaisut karsittua aikaisessa vaiheessa. Urakoitsijan ottaminen mukaan aikaisessa vaiheessa vaatii luottamusta ja tietoa siitä, että urakoitsijalla on jotain annettavaa hankkeelle. (Söderström 2013) Toisaalta urakoitsijan osallistuminen suunnitteluun ainoastaan konsulttina ilman varmuutta urakan saamisesta voi olla ongelmallista juuri luottamuksen syntymisen kannalta, sillä Naaranoja & Udenin (2007) mukaan luottamus rakentuu osallistujien yhteisestä sitoutumisen tunteesta hankkeeseen. Epävarmuus urakan saamisesta voi heikentää urakoitsijan sitoutumista hankkeen konsultointiin.

### 2.1.5 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa valittu ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yleissuunnittelua käynnistettäessä rakennus jaetaan tarvittaessa kiinteään perusosaan ja muuntuviin tila-osiin. Tilaratkaisuja koskien yleissuunnitelmassa voi olla useita vaihtoehtoja. Rakennuttajan tehtävä on yleissuunnittelun tavoitteiden tarkentaminen ja täsmentäminen. Mahdollisen käyttäjäsuunnittelun tavoitteet ja laajuus

määritetään sekä päätetään käyttäjäsuunnittelun ohjausmenettelyistä. Yleissuunnittelun tehtävät määritetään sekä laaditaan aikataulu suunnittelulle. (RT 10-11107 2013)

Suunnittelun suorituksen aikana rakennuttaja ohjaa ja valvoo suunnittelua ja raportoi suunnittelun etenemistä. Rakennuttaja varmistaa, että pääsuunnittelija huolehtii suunnitelmien yhteensovittamisesta ja että suunnittelijoiden yhteistyö toimii toivotulla tavalla. (RT 10-11107 2013) Laajoissa korjaushankkeissa voi olla hyödyllistä perustaa pienryhmiä vastaamaan suunnittelun erityiskysymyksistä. Näitä voivat olla rakennuslupamääräysten soveltamisen työryhmä, mittatyöryhmä ja rakennushistoriallinen työryhmä. Lisäksi muutossuunnittelu voi olla perusteltua antaa eri henkilöiden hoidettavaksi kuin hankkeen pääväylällä tapahtuva suunnittelu. Suunnittelijoiden tehtävien, aikataulujen ja suunnitelmien yhteensovittaminen on korjaushankkeessa jatkuva prosessi. (RT 13-11120 2013) Suunnitelmien yhteensovittaminen on pääsuunnittelijan vastuulla. Pääsuunnittelijan tulee vaatia, että erityissuunnittelijat osallistuvat aktiivisesti suunnitelmien yhteensovittamiseen koko suunnitteluprosessin ajan. (RT 10-11108 2013) Suunnittelijat laativat oman suunnittelualansa suunnitelmat tavoitteiden mukaisesti. Tarvittaessa korjaushankkeessa tehdään loppuun ehdotussuunnittelussa aloitettu väistötilojen suunnittelu, minkä tekee yleensä arkkitehti. Lisäksi suunnittelijat tekevät yhteistyössä purkusuunnitelmat koskien vanhoja rakenteita ja talotekniikkajärjestelmiä. (RT 10-11109 2013)

Rakennuttaja laatii tai teettää kustannusselvitykset ja ylläpitokustannuslaskelmat. Yleissuunnitteluvaiheen tuloksena on hyväksytty yleissuunnitelma ja pääpiirustukset. Rakennuttaja hyväksyttää pääpiirustukset tilaajalla ja käyttäjillä. (RT 10-11107 2013)

### **2.1.6 Toteutussuunnittelu**

Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelma kehitetään hankintoja ja rakentamista varten mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Vaiheessa tulee sopia suunnitelmien valmistasosta hankintakyselyjä varten. Suunnittelijat laativat oman alansa työ- ja asennuspiirustukset. Pääsuunnittelija huolehtii tässäkin vaiheessa suunnitelmien yhteensovittamisesta. (RT 10-11107 2013) Valmistukselle ja viimeistelylle määritetään laatutavoitteet. (Kankainen & Junnonen 2001)

Korjausrakentamisessa suunnitelmia joudutaan täydentämään ja muuttamaan töiden alettua. Suunnitelmien täydentäminen vaatii suunnittelijoilta usein toistuvia käyntejä työmaalla, joten on suotavaa, että suunnittelijat ovat melko lähellä korjauskohdetta. Esimerkiksi rakenteiden avaukset edellyttävät pääsuunnittelijan läsnäoloa rakennuspaikalla ja voivat aiheuttaa suunnittelun osittaista uudelleen koordinoitua. Suunnittelujohdon tulee rakentamisvaiheessa huolehtia siitä, että rakentamisen aikana esille tulevat asiat ovat suunnittelijoiden tiedossa. Muutossuunnittelulle pitää olla varattu riittävästi resursseja. Lisäksi on huolehdittava suunnitelmien eheydestä, toteutuskelpoisuudesta ja määräystenmukaisuudesta muutoksia tehtäessä. (RT 13-11120 2013)

Toteutussuunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota työturvallisuuteen, sillä korjausrakentamisessa työturvallisuusriskit ovat suuremmat kuin uudisrakentamisessa. Riskejä aiheuttavat esimerkiksi:

- tuntemattomien rakenteiden avaus- ja purkutyöt
- aikaisemmat virheet suunnittelussa ja toteutuksessa
- väliaikaisten tuntuojen runsaus ja väliaikaiset siirtoreiitit
- piilevät haitalliset aineet (PAH, PCB, lyijy, asbesti)
- kartoituksissa huomaamatta jääneet putket ja sähköjohdot.

Suunnittelujohto seuraa koko suunnitteluprosessin ajan, ettei suunnitelmissa esiinny selailaista, mikä voi aiheuttaa vaaratilanteita työmaalla. (RT 13-11120 2013) Toteutussuunnitteluvaiheen tuloksena ovat hyväksytyt toteutussuunnitelmat. (RT 10-11107 2013)

Toteutussuunnitelmissa on tärkeää suunnitelmien rakennettavuus. Suunnitelmien rakennettavuutta voidaan arvioida koko suunnitteluprosessin ajan ja sen arviointi on erilaista eri suunnitteluvaiheissa (Othman 2011; Pulaski & Horman 2005). Hyvän rakennettavuuden saavuttamiseksi tarvittavien tietojen tulee olla käytettävissä oikeaan aikaan ja tarvittavalla tarkkuustasolla. Näiden tietojen siirtyminen projektin vaiheiden välillä on tärkeää. Case-tutkimuksessa, jossa tutkittiin Yhdysvaltain puolustusministeriön hallintorakennus Pentagonin korjausta, 70 % rakennettavuuteen liittyvistä kysymyksistä käsiteltiin liian myöhään, 7 % liian aikaisin ja 23 % oikeaan aikaan. (Pulaski & Horman 2005)

Tuotannon osajina urakoitsijoilla on paras näkemys suunnitelmien rakennettavuuden arvioinnissa. Arditi et al. (2002) tutkimuksessa 95 % vastanneista suunnittelutoimistojen edustajista oli sitä mieltä, että urakoitsijan insinöörejä tarvitaan suunnitteluvaiheisiin mukaan niiden toimijoiden lisäksi, jotka ovat jo mukana suunnittelussa. 57 % vastaajista oli sitä mieltä, että urakoitsijan insinöörejä tarvitaan suunnittelussa hankkeen ominaisuuksista riippumatta ja 37 % arvoisi tarpeen riippuen hankkeen tyypistä, koosta ja kompleksisuudesta. Perinteiset pääurakkamuodot, joissa suunnittelu ja rakentaminen ovat erillään ja urakoitsijat hankitaan valmiilla toteutussuunnitelmilla, eivät mahdollista urakoitsijan mukana oloa suunnittelussa, joten rakennettavuuden parantamisen kannalta ne eivät ole parhaita toteutusmuotoja (Othman 2011).

Suuri osa rakennettavuuteen liittyvästä tiedosta, arviolta noin 80 %, on hiljaisessa muodossa, mikä tarkoittaa, että sitä on vaikea esittää sanallisessa muodossa. Tämän tiedon esiin saaminen hankkeen suunnittelun oikeassa vaiheessa on rakennettavuuden parantamisen kannalta merkittävässä osassa. (Pulaski & Horman 2005)

## 2.2 Toteutusmuodon vaikutus korjaushankkeen läpivientiin

Toteutusmuotoja käsittelevässä RT-kortissa toteutusmuoto määritellään seuraavasti: ”Toteutusmuodolla tarkoitetaan tapaa hankkia tai kilpailuttaa rakennushanke, prosessia jolla

suunnittelu ja toteutus viedään läpi sekä sopimusmuotoa jolla vastuista ja kaupallisista ehdoista sovitaan.” (RT 10-11223 2016) Korjaushankkeissa sovelletaan samoja toteutusmuotoja kuin uudisrakentamisessa.

Toteutusmuodot vaikuttavat eri tavalla hankkeen suunnitteluun ja läpivientiin. (RT 13-11120 2013) On huomattava, että vaikka toteutusmuodolla on vaikutusta riskien jakautumiseen, ei toteutusmuodolla voida poistaa riskejä. Hankkeen riskit johtuvat rakennuskohteesta itsestään ja hankkeelle asetetuista tavoitteista. (Kiiras 2011) Tässä luvussa tarkastellaan toteutusmuotoja ja niiden soveltuvuutta korjaushankkeisiin, sekä sitä, miten ne vaikuttavat tuotannon huomioimiseen hankkeen suunnittelun alkuvaiheessa.

### **2.2.1 Pääurakkamuodot**

Pääurakkamuotoja ovat kokonaisurakka ja jaettu urakka. Kokonaisurakassa tilaaja tekee sopimuksen vain yhden urakoitsijan, eli pääurakoitsijan kanssa. Pääurakoitsija tekee tarvittavan määrän aliurakkasopimuksia omiin nimiinsä. Jaetussa urakassa tilaaja on sopimussuhteessa pääurakoitsijan lisäksi sivu-urakoitsijoiden kanssa. Sivu-urakoitsijoiden johtaminen työmaalla organisoidaan alistamissopimuksilla pääurakoitsijan vastuulle. Pääurakkamuodoissa urakointisopimukset tehdään yleensä toteutussuunnitelmien perusteella. Tilaaja hankkii itse suunnittelun. (RT 10-11223 2016) Jaetussa urakassa tilaajan on mahdollista saada aikataulu- ja kustannussäästöjä kilpailuttamalla urakat itse erikseen, mutta tilaajalle jää vastuu useiden urakoiden sopimusten yhteensovittamisesta, toisin kuin kokonaisurakassa (Kankainen & Junnonen 2001).

Pääurakkamuodot soveltuvat parhaiten laajuudeltaan ja vaativuudeltaan tavanomaisiin kohteisiin. Koska sopimukset tehdään toteutussuunnitelmien perusteella ja suunnittelu on erillään rakentamisesta, kritiikkinä pääurakkamuotoja kohtaan on esitetty sitä, että urakoitsijoiden osaamista ei päästä hyödyntämään suunnitteluvaiheessa ja tehokkaat suunnittelu- ja toteutusratkaisut saattavat jäädä syntymättä. (RT 10-11223 2016) Pääurakkamuodoissa käytetään yleisesti kiinteähintaista urakkaa. Kiinteähintaisen urakan kilpailutus vaatii tarkat lähtötiedot ja suunnitelmat. Korjauskohteessa tämä tarkoittaa laajoja mittauksia ja rakenteiden avauksia, mikä on etenkin käytössä olevassa rakennuksessa vaikeaa. Riskien siirtäminen urakoitsijalle heikkojen lähtötietojen kautta johtaa yleensä tarjousten kallistumiseen ja hintojen suureen hajontaan. Puhtaassa laskutyöurakassa taas aikataulu- ja kustannusriskit jäävät tilaajalle, mutta tällöin tilaajalla säilyvät myös mahdollisuudet laadun ja sisällön ohjaamiseen. (RT 13-11120 2013) Suunnitelmista vastaa tilaaja, joten niiden muuttamisen riski jää hänelle (RT 10-11223 2016).

### **2.2.2 Suunnittele ja rakenna –muodot**

Suunnittele ja rakenna –muodoissa (SR-muoto) urakkatarjoukset voidaan pyytää jo hankesuunnitteluvaiheen jälkeen. Tilaaja määrittää tavoitteet hankkeelle ja toiminnalliset vaatimukset rakennukselle. Näihin pohjautuen tilaaja laatii materiaalin, jonka perusteella

tarjoajat antavat tarjouksensa projektin suorittamisesta. (Kankainen & Junnonen 2001) Tilaajan tulee kyetä määrittelemään tavoitteet suunnittelulle ja valmiin rakennuksen laadulle tarkasti. Tarjouksessa urakoitsija kehittää alaisuudessaan toimivien suunnittelijoiden kanssa parhaaksi katsomansa ratkaisun, joka täyttää tilaajan tavoitteet.

Suunnittele ja rakenna –urakoiden kilpailutuksessa voidaan käyttää hinta-, laatu- tai edullisuuspainotteista hankintatapaa. Hintapainotteisessa tavassa laatuvaatimukset ovat tiukasti määritellyt ja urakoitsija valitaan halvimman hinnan perusteella niistä tarjouksista, jotka täyttävät vaatimukset. Laatupainotuksessa vastaavasti hinta on asetettu kiinteäksi ja tarjoajat kilpailevat siitä, kuka saa aikaan laadukkaimman tuloksen kyseisellä hinnalla. Edullisuuspainotteinen tapa on hinta- ja laatupainotuksen välistä. Kokonaisedullisin tarjous valitaan sekä hinnan että laadun perusteella ennalta määritetyn pisteytystavan perusteella. (RT 10-11223 2016) SR-muodoissa tilaaja on sopimussuhteessa urakoitsijaan tai urakoitsijan ja suunnittelijoiden muodostamaan tarjousryhmään ja mahdollisesti rakennuttajakonsulttiin. Urakoitsija tekee suunnittelusopimukset omiin nimiinsä. Tilaajan kannalta sopimussuhteet ovat siis yksinkertaiset. (Kankainen & Junnonen 2001)

SR-muodon etuna yhtenä etuna voidaan pitää tarjousten kautta saatavien yleisratkaisujen suurta määrää (Kankainen & Junnonen 2001). Urakoitsijan ja suunnittelijoiden toimiminen yhdessä mahdollistaa myös suunnitelmaratkaisujen rakennettavuuden kehittämisen ja edistää lean-rakennustavan soveltamista (Naoum & Egbu 2016). Suunnittelun ja rakentamisen limittäminen helpottuu, koska suunnittelun johtamisesta ja rakentamisesta vastaa sama osapuoli. Tällä voidaan onnistua lyhentämään hankkeen kokonaisaika-aulua. (Hanhijärvi & Kankainen 2003) Korjaushankkeissa suunnittelua joudutaan jatkamaan yleensä paljonkin rakentamisen aikana (RT 13-11120 2013). Tämän kannalta suunnittelun ja rakentamisen limittämiseen soveltuva toteutusmuoto soveltuu korjausrakentamiseen hyvin.

SR-muodot aiheuttavat haasteita muun muassa urakoitsijan ammattitaidon suhteen. Usein urakoitsijalta valitaan yksi henkilö, joka toimii asiakasrajapinnassa. Tämä aiheuttaa urakoitsijalle erilaisia vaatimuksia ammattitaidon suhteen kuin perinteiset urakkamuodot. Urakoitsijan tulee pystyä kommunikoidaan tilaajan kanssa tämän tarpeista sekä vaatimuksista suunnitelmien laadun suhteen ja välittämään nämä tiedot suunnittelijoille. (Hanhijärvi & Kankainen 2003) Tilaajan voi olla vaikea kontrolloida suunnittelua ja laatutekijöitä SR-hankkeissa. Lisäksi urakoitsija kantaa suurimman taloudellisen riskin. Tämä voi näkyä tarjousten kalliina hintana. Toisaalta hankkeen kustannukset ovat tilaajan tiedossa jo varhaisessa hankevaiheessa. (Naoum & Egbu 2016)

### 2.2.3 Projektinjohtomuodot

Projektinjohtorakentamisesta on kolme muotoa: projektinjohtorakennuttaminen, projektinjohtopalvelu ja projektinjohtourakointi. Projektinjohtomuodoissa projektinjohtototeuttaja johtaa hanketta läheisessä yhteistyössä tilaajan kanssa. Rakentaminen jaetaan useisiin

hankintoihin, jotka kilpailutetaan suunnittelun etenemisen myötä. Suunnittelu ja rakentaminen on projektinjohtomuodoissa limitetty. Ylin päättävä valta suunnitelmista ja hankinnoista on tilaajalla. PJ-rakennuttamisessa urakointisopimukset tehdään yleensä yleis- tai toteutussuunnitelmien perusteella. PJ-palvelussa sopimukset voidaan tehdä jo hanke- tai ehdotussuunnittelun jälkeen. PJ-urakoinnissa vaihe päätetään hankekohtaisesti. (RT 10-11223 2016)

Projektinjohtorakennuttamisessa tilaaja toteuttaa hankkeen joko kokonaan omalla projektinjohtolla tai hankkii projektinjohtokonsultin. Projektinjohtokonsultti antaa tilaajalle käyttöön henkilöstöä ja projektinhallintajärjestelmiä. (Kankainen & Junnonen 2001) Tilaaja hankkii toteutussuunnitelmat ja on vastuussa niistä. Rakennustyöt tehdään osaurakoina ja hanke ositellaan erillisiin hankintoihin, jotka tehdään tilaajan nimiin. Tilaajan nimiin tehtävien erillisten hankintojen määrä voi olla hyvinkin suuri. Rakennustöiden valvonta kuuluu yleensä projektinjohtokonsultin tehtäviin. (RT 10-11223 2016) Rakennustyömaan johtamisesta voi vastata tilaaja itse tai se voidaan ostaa erillisenä palveluna tai sisällyttää johonkin osaurakkaan. (Kankainen & Junnonen 2001)

Projektinjohtopalvelussa palvelun tarjoava konsultti eli projektinjohtototeuttaja vastaa projektinjohtotehtävien lisäksi työmaan johtamisesta. Projektinjohtototeuttaja kilpailuttaa osaurakat, mutta niistä tehdään sopimukset tilaajan nimiin. Näin ollen myös projektinjohtopalvelussa tilaajan nimiin tehtävien sopimusten määrä on tyypillisesti suuri. Projektinjohtototeuttajan asema on konsultinomainen, eikä se tee varsinaisia rakennustöitä itse, joten se voi suorittaa rakennustyön valvonnan. Myös vastaanoton, käyttöönoton ja takuuajantehtävät kuuluvat tyypillisesti projektinjohtototeuttajalle. (RT 10-11223 2016)

Projektinjohtourakoinnissa projektinjohtourakoitsija vastaa rakennuttamistehtävien ja työmaan johdon lisäksi myös itse rakennustöistä. Hankintasopimukset tehdään projektinjohtourakoitsijan nimiin. (Kruus et al. 2006) Suunnittelusopimukset voidaan tehdä joko tilaajan tai projektinjohtourakoitsijan nimiin. Erona pääurakkamuotoihin on tilaajan osallistuminen aliurakoitsijoiden hankintaan ja suunnittelun ja rakentamisen limittäminen. Rakennustyön valvonnan suorittaa tilaaja itse tai ulkopuolinen konsultti. (RT 10-11223 2016)

Hyvin johdettuina ja valmisteltuina projektinjohtourakat sopivat korjaushankkeisiin (RT 13-11120 2013) Projektinjohtomuodoissa osapuolten vastuut ja velvollisuudet eivät ole aina selvitettävissä sopimuksista ja toteutusmuoto vaatii yhteistyötä toimijoiden välillä. (Leskinen 2016) Projektinjohtomuodot sopivat hankkeiden nopeaan toteuttamiseen, mutta kustannusten tai aikataulun pitävyyden kannalta projektinjohtomuodot eivät ole parhaita mahdollisia toteutusmuotoja. Toisaalta hankemuodot mahdollistavat joustavuuden ja muutokset vielä rakentamisen aikana. Myös rakennettavuudessa voidaan päästä hyvälle tasolle. (Naoum & Egbu 2016) Joustavuus suunnittelussa rakentamisen aikana



voi palvella hyvin juuri korjaushankkeita. Lisäksi urakoitsijan näkökulma saadaan hankkeeseen aikaisin etenkin projektinjohtopalvelussa, jos projektinjohtototeuttaja valitaan jo hankesuunnittelun jälkeen (RT 10-11223 2016).

## 2.2.4 Yhteisvastuumuodot

Yhteisvastuumuotoja ovat hankekumppanuus ja projektiallianssi. Yhteisvastuumuodoissa yhteistyösopimuksen piiriin kuuluvat hankeosapuolet vastaavat yhdessä suunnittelusta, toteutuksesta, aikataulusta ja kustannuksista. Sopimus pyritään tekemään niin, että toimiminen hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi hyödyttää kaikkia osapuolia. Hankekumppanuusmuodossa riskejä ei yleensä jaeta osapuolten kesken. Projektiallianssissa taas riskit jaetaan osapuolten kesken yhteistyösopimuksessa määritetyllä jakosuhteella. (RT 10-11223 2016) Osapuolet kantavat siis riskiä yhteisesti ja kaikki allianssin osapuolet joko voittavat tai häviävät yhdessä. palveluntuottajien saamat sanktiot tai bonukset riippuva siitä miten hankkeessa päästään tavoitekustannukseen ja miten on menestytty sopimuksessa määritetyillä avaintulosalueilla. Näitä voivat olla esimerkiksi aikataulu, kustannukset, ympäristö, laatu ja turvallisuus. (Heino 2015)

Yhteisvastuumuodot sopivat laajoihin ja kompleksisiin hankkeisiin, jossa on paljon mahdollisuuksia ja riskejä (RT 10-11223 2016; Naoum & Egbu 2016). Leskisen (2016) mukaan korjausrakentamisessa kolme tärkeintä perustetta allianssimallin valintaan ovat juuri hankkeen euromääräinen koko, laajuus ja monimutkaisuus. Sekä hankekumppanuudessa että projektiallianssissa urakoitsijat valitaan aikaisin hankkeeseen. Projektiallianssissa valinta tehdään vielä aikaisemmin kuin hankekumppanuudessa. (Lahdenperä 2012a) Yhteisvastuumuodoissa hanke jaetaan kehitysvaiheeseen ja toteutusvaiheeseen. Kehitysvaiheessa konsultit ja urakoitsijat ovat mukana erillisellä kehitysvaiheen sopimuksella. Mikäli kehitysvaiheen jälkeen tilaaja katsoo, että hankkeen tavoitteisiin voidaan päästä, tehdään investointipäätös. Tämän jälkeen siirrytään toteutusvaiheeseen. Kehitysvaiheessa mukana olleilla osapuolilla voi sopimuksessa olla optio toteutusvaiheeseen pääsystä. Tämä tarkoittaa sitä, että mikäli hanke toteutetaan, jatkavat kehitysvaiheessa mukana olleet osapuolet hankkeessa. (RT 10-11223 2016)

Naoum & Egbun (2016) mukaan yhteisvastuumuodot tarjoavat etuja laadunhallinnan ja suunnitelmien muutosjoustavuuden osalta. Joustavuus muutosten suhteen on korjaushankkeissa tärkeää, koska kaikkia tarvittavia tietoja rakennuksesta ei saada selville ja suunnittelun lähtökohdat muuttuvat väistämättä vielä rakennusvaiheessakin (RT 13-11120 2013). Yhteisvastuumuodot voivat myös edesauttaa luovuutta ja innovatiivisuutta suunnitteluprosessissa ja hankkeen valmistumista aikataulussa. Allianssimallin eduksi on nähty sen osapuolten toimintaan vaikuttava sopimusmalli, joka sitouttaa osapuolet yhteisiin tavoitteisiin ja toimimaan hankkeen parhaaksi paremmin kuin perinteiset toteutusmuodot. (RT 10-11223 2016) Haitaksi voidaan mainita kilpailutusprosessin raskaus. Eri-tyisesti suunnittelijoiden kannalta prosessi voi olla kuormittava ja kallis. (Lahdenperä 2012b) Juuri työlään hankintavaiheen takia allianssimalli ei sovellu pieniin hankkeisiin,

koska hankintavaiheen kustannukset voivat nousta liian suuriksi hankkeen koko kustannuksiin nähden (Heino 2015).

### **2.2.5 Elinkaarimallit**

Elinkaarimalleissa urakoitsija vastaa yhdellä sopimuksella kohteen suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta. Sopimusjakso voi kestää jopa vuosikymmeniä. (Elinkaarimallit 2005) Elinkaarimallia voidaan pitää suunnittele ja rakenna –urakan laajennettuna mallina (RT 10-11223 2016).

Elinkaarimalli sopii parhaiten käytettäväksi suurissa hankkeissa (RT 10-11223 2016). Sen käyttäminen perustuu yleensä erityisten tiukkojen käyttövaatimusten varmistamiseen pitkällä aikavälillä. Talotekniikan hankkiminen elinkaarivastuun sisältävänä mahdollistaa vaativien sisäilma- ja energiankulutusvaatimusten asettamisen. (Pulakka et al. 2014) Pitkäkestoisen vastuun uskotaan motivoivan palveluntarjoajaa kehittämään rakennuksen ja tilapalvelujen kokonaisedullisuutta pitkällä aikavälillä, mitä voidaan pitää elinkaarimallin etuna. Tarjousvaiheen kustannukset elinkaarimalleissa ovat suuret. Sopimuksissa pyritään siirtämään riskit sille osapuolelle, joka pystyy parhaiten vaikuttamaan niiden toteutumiseen. (Elinkaarimallit 2005) Elinkaarimalliin liittyy keskeisesti osapuolten kumppanuus. Tilaaja rakennusurakan toteuttaja pitävät säännönmukaisia kokouksia myös rakentamisen jälkeen eli ylläpitokauden aikana. (Pulakka et al. 2014)

### 3. TUOTANTOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT KORJAUSHANKKEISSA

#### 3.1 Korjauskohteet tuotannon näkökulmasta

Korjauskohteet jaetaan tuotannon näkökulmasta neljään tyyppiin, jotka ovat kokonaistilajärjestely, käyttäjän ajoittama korjauskohde, toistuva tilakorjaus ja pieni korjauskohde (Toikkanen & Kiiras 1993; Koskenvesa & Sahlstedt 2011). Tässä tutkimuksessa käsitellään erityisesti kokonaistilajärjestelyä ja käyttäjän ajoittamaa korjausta, koska nämä ovat useimmiten käytössä suurissa ja kompleksisissa korjaushankkeissa.

Kokonaistilajärjestelyssä korjausaste on tyypillisesti korkea ja korjaus koskee koko kiinteistöä. Toimenpiteitä saatetaan tehdä rakennuksen runkoon, vesikattoon ja perustuksiin liittyen. Usein myös väliseinät ja LVIS-järjestelmät uusitaan kokonaan. Kohteeseen, jossa tehdään kokonaistilajärjestely, voi kuulua myös uudisosan rakennus. (Toikkanen & Kiiras 1993) Rakennusta ei yleensä voida käyttää korjauksen aikana. Urakoitsija voi tällöin ajoittaa itse vapaasti korjaustyöt urakka-ajan puitteissa. Haasteita tuotannonsuunnitteluun aiheuttaa lähtötietojen epävarmuus ja se, ettei kaikkia tehtäviä ja niiden riippuvuuksia välttämättä tunneta. Kohteessa esiin tulevat yllätykset aiheuttavat lisä- ja muutostöiden tarvetta ja lisäävät aikataulujen häiriöherkkyyttä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011)

Käyttäjän ajoittamassa korjauskohteessa käyttäjä toimii rakennuksessa sen korjauksen aikana ja käyttäjän toiminta määrittää eri osien korjausajat. Käyttäjän toiminta kohteessa mahdollistetaan erityisjärjestelyin. (Toikkanen & Kiiras 1993) Tilojen käytön vaikutus tuotantoon analysoidaan. Erityisesti LVIS-järjestelmien toiminta tulee suunnitella tarkasti, jotta rakennusta voidaan käyttää korjauksen aikana. Lisäksi tehdään tarvittavat suunnitelmat turvallisuudesta, suojauksista, liikenteestä ja käyttäjien tiedottamisesta. (Ratu S-1231 2012) Korjausaste vaihtelee kohteen eri osissa. (Toikkanen & Kiiras 1993)

Toistuvassa tilakorjauksessa korjausaste on alhainen, työkohteen läpimenoaika lyhyt ja työvaiheet toistuvat kohteesta toiseen. Korjaukset kohdistuvat pintarakenteisiin ja kalusteisiin ja LVIS-järjestelmien uusimisen perusteellisuus vaihtelee hankkeesta riippuen. Työkohteen, esimerkiksi asunnon läpimenoaika on määrätty. (Ratu S-1231 2012) Näin asukas tai käyttäjä tietää, milloin saa esimerkiksi asuntonsa tai työhuoneensa takaisin käyttöön korjauksen jälkeen.

Pienessä korjauskohteessa tehdään korjausasteeltaan matalan korjausasteen töitä muutamaan asuntoon tai pieneen liiketilaan. Työt etenevät tahdistamattomina peräkkäin ja korjaustöiden kesto on lyhyt. (Ratu S-1231 2012)

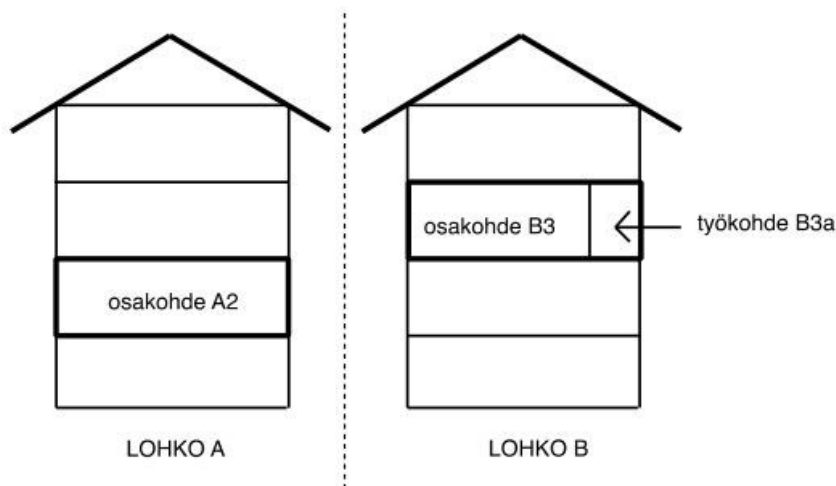
Egbun (1999) mukaan korjausrakentamiseen sisältyvän epävarmuuden ja töiden muuttumisen vuoksi töiden suunnittelemisen ja ennusteiden laadinnan taidot ovat tärkeitä työmaan hallinnassa. Muutoksista aiheutuvat mahdolliset ongelmat työntekijöiden saatavuudessa ja aikataulun pitävyydessä tulee ottaa huomioon. Samasta syystä päätöksenteon taito on tärkeässä asemassa. Rakennustöihin kohdistuvat muutokset ja tavoite aikataulussa pysymiseen aiheuttavat tarpeen nopeille ja järkeville päätöksille. Lisäksi Egbun (1999) mukaan korjaushankkeiden hallinnassa tärkeitä taitoja ovat johtajuus, kommunikointi suullisesti ja kirjallisesti, toisten motivointi ja turvallisuus. Korjausrakentamista ja uudisrakentamista vertailtaessa tiimityöskentelyn tärkeys nousi korjausrakentamisessa tärkeämmäksi. Yhteistyö suunnittelijoiden ja rakentajien välillä on välttämätöntä rakentamisen aikaisen suunnittelun tarpeen vuoksi. Yhteistyön tulee myös toimia hankkeen kaikkien johtamisen tasojen välillä.

### 3.2 Kohteen lohkotus

Rakennushankkeen osittelu on hankkeen kokonaishallinnan lähtökohta, jolla kuvataan hankkeen sisältö hallintaa ja tavoitteiden asettamista varten. Osittelu tehdään yleensä useista näkökulmista, joita ovat:

- rakenteellinen osittelu
- tuotannollinen osittelu
- osittelu sijainnin mukaan
- osittelu hankintoihin
- osittelu vastuualueisiin
- kustannusten osittelu.

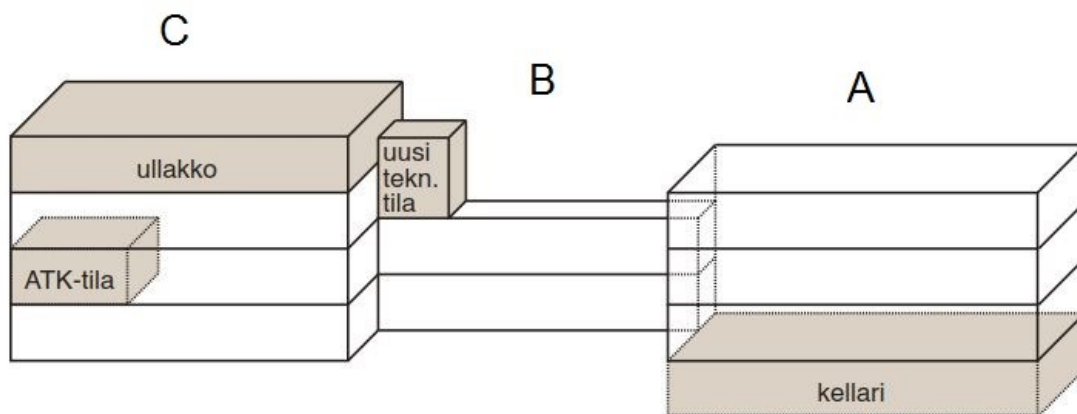
Lohkotus on sijainnin mukaan osittelua. (Junnonen 2010 s. 24) Rakennus jaetaan lohkoihin ja edelleen osakohteisiin periaatteella, joka on esitetty kuvassa 4. Osittelu edesauttaa tuotannonsuunnittelun onnistumista ja mahdollistaa tuotannon toteutuksen tehokkaan ohjauksen. Lohkojen ja osakohteiden avulla työt päästään aloittamaan aiemmin kuin siinä tapauksessa, että kukin työvaihe tehtäisiin valmiiksi koko kohteessa ennen seuraavan aloittamista. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011)



**Kuva 4.** Sijainnin mukaisen osittelun periaate (Wind 2015).

Kohde pyritään lohottamaan siten, että tietty rakennuksen osa pystysuunnassa kellarista vesikatolle muodostaa yhtenäisen lohkon. Osiin jakaminen tulee olla looginen ja samojen paikkatasojen tulee löytyä joka lohkoista. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011) Lohkojaon tulisi olla sellainen, että lohkot ovat rakenteellisesti itsenäisiä siten, että ne voidaan aloittaa yksitellen missä järjestyksessä tahansa tai kaikki samaan aikaan. Korjausrakentamisessa ei välttämättä ole tarvetta uusien kantavien rakenteiden tekemiselle. Tällöin lohkojakoa eivät ohjaa rakenteelliset asiat, vaan rakentajien pääsy työskentelemään rakennuksessa, jos rakennus on osittain käytössä korjauksen aikana. Paras tapa lohkojaon tekemiselle voi olla jakaa kohde käyttäjän toiminnallisten alueiden mukaan, jolloin myös vaihteittainen vastaanotto on mahdollinen. (Kenley & Seppänen 2010 s. 125) Lohkojen itsenäisyys on tärkeää talotekniikan palvelualueiden kannalta, etenkin käytössä olevan rakennuksen korjauksessa ja vaihteittaisessa vastaanotossa. Talotekniikan palvelualueita on käsitelty luvussa 3.2.1.

Kokonaistilajärjestely-tyyppisessä korjauskohteessa muodostetaan sarjatuotantolohkot ja erityistuotantolohko. Jaottelu on esitetty kuvassa 5. Korjausasteeltaan, työsisällöltään tai ajoitukseltaan muista poikkeavat tilat muodostavat yhdessä erityistuotantolohkon. Tyyppillisesti näitä ovat tekniset tilat ja mahdollisesti ullakot ja maanalaiset tilat. (Ratu S-1231 2012)

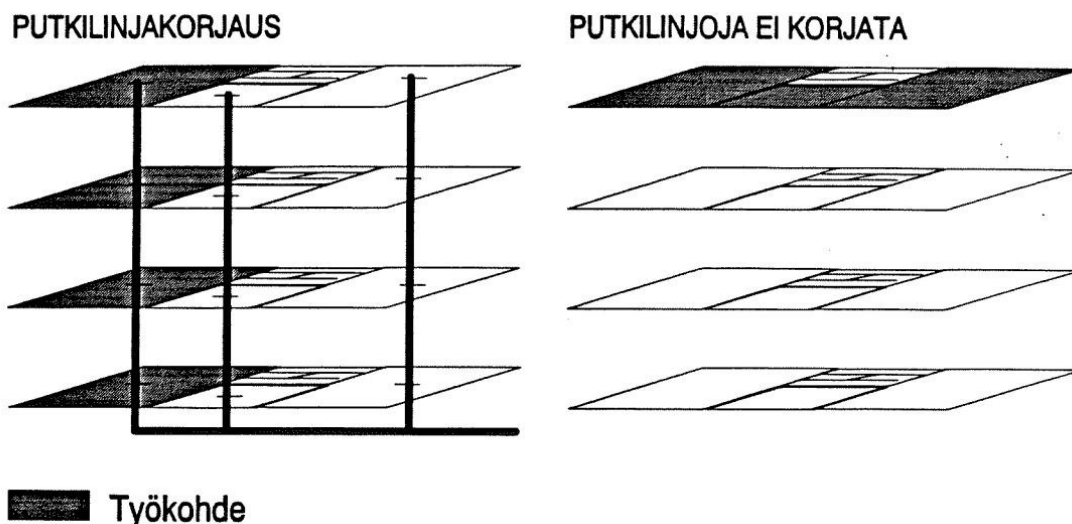


**Kuva 5.** Kokonaistilajärjestelyn lohkojaon esimerkki. Erityistuotantolohkoon kuuluvat osat on merkitty tummalla. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011)

Sarjatuotantolohkot ovat työnsisällöltään samankaltaisia. Lohkot ajoitetaan siten, että työt aloitetaan osasta, jossa purkuvaihe on lyhin ja lopetetaan osaan, jossa sisävalmistusvaihe on lyhin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011) Kohteeseen voi kuulua myös uudisosa. Uudisosalle ja korjattavalle osalle tehdään yhteinen aikataulu, jos niiden rakentamisaika on kohtuullisen yhdenmukainen. Uudisosa käsitellään yhtenä tai useampana lohkona. Tehtävien väliset riippuvuudet sarjatuotantolohkojen, erityistuotantolohkon ja uudisosan välillä analysoidaan tuotannon suunnittelua varten. (Ratu S-1231 2012)

### 3.2.1 Talotekniikan palvelualueet

Useimmissa korjaushankkeissa talotekniikan osuus tehtävistä töistä on suuri. Talotekniikan palvelualueet vaikuttavat kohteen ositteluun. Korjattavat osakohteet tulee muodostaa siten, että talotekniikkajärjestelmät voidaan korjata yhdessä osakohteen kanssa. Erityisen tärkeää tämä on silloin kun rakennus on osittain käytössä korjauksen aikana. Jos lohkojako ja talotekniikkajärjestelmien palvelualueet poikkeavat toisistaan, joudutaan työskentelemään myös käytössä olevissa tiloissa tai työt joudutaan jättämään osittain keskeneräisiksi. Kuvassa 6 on esitetty putkilinjakorjauksen vaikutus osakohdejako. Jos putkilinjat korjataan, on osittelu tehtävä putkilinjojen mukaan ja päällekkäiset tilat korjattava yhtä aikaa. Jos putkilinjoja ei korjata, kohde on mahdollista korjata kerroksittain. (Toikkanen & Kiiras 1993)



**Kuva 6.** Putkilinjojen korjauksen vaikutus kohteen ositteluun (Toikkanen & Kiiras 1993).

Jos korjattavan lohkon läpi menee käytössä olevien osien teknisten järjestelmien osia, nämä tulee pitää toiminnassa korjauksen ajan ja purkaa vasta sitten kun kyseistä osaa aletaan korjata. Käyttäjän toimiessa korjattavassa rakennuksessa LVIS-järjestelmissä ei voi olla pitkiä toimintakatkoksia. (Toikkanen & Kiiras 1993) Toimitiloissa käyttäjälle on erityisen tärkeää sähköjakelun katkeamattomuus sekä jatkuva pääsy internetiin ja ohjelmistoihin (Hassanain & Al-Mudhei 2006).

### 3.2.2 Lohkojako hankkeen eri vaiheissa

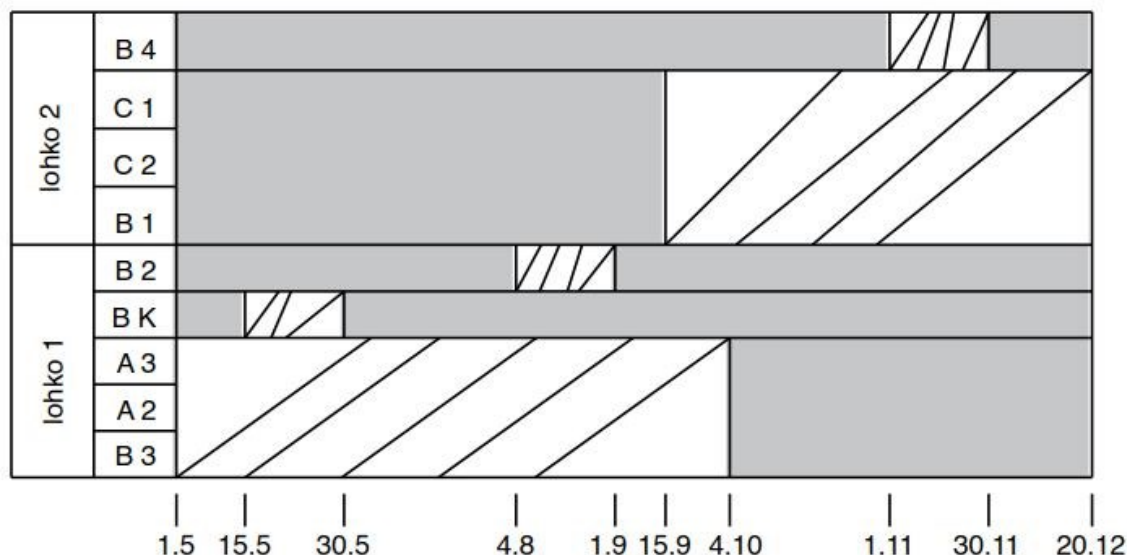
Rakennussuunnittelu voidaan tehdä lohkoittain. Mikäli lohkoissa on toistuvuutta ja suunnittelu tehdään lohkoittain, saadaan korjattua edellisessä lohossa olleita suunnitteluvirheitä seuraavan lohkon suunnittelua varten. (Wind 2015)

Lohkojakoa voidaan joskus joutua muuttamaan siirryttäessä runkovaiheesta sisävalmistustöihin. Lohkojaon muuttaminen on kuitenkin poikkeuksellista ja yleensä lohkot pyritään pitämään samana koko rakentamisen ajan. Lohkojaon muuttamisen voi aiheuttaa esimerkiksi ilmanvaihdon tai muun teknisen järjestelmän poikkeavuus lohkojaosta. (Junnonen 2010 s. 24) Korjausrakentamisessa olemassa oleva rakennus aiheuttaa rajoitteita ja lohkojaosta poikkeava järjestelmä voi olla rakennuksessa jo oleva tai uutena rakennettava.

Myös käyttöönottovaiheeseen voidaan tehdä oma lohkojako. Windin (2015) mukaan käyttöönottovaiheeseen tehtiin eräässä hankkeessa rakennusvaiheen lohkojaosta poikkeava toiminnallinen lohkojako, koska kohde otettiin käyttöön vaiheittain. Perusteena olivat kohteessa olevat neljä eri käyttäjää, sekä korkeat vaatimukset toiminnallisuudelle, minkä vuoksi järjestelmille tehtiin useita koekäyttöjä.

### 3.3 Rakennuksen käyttö korjauksen aikana

Mikäli käyttäjät toimivat rakennuksessa korjaustöiden aikana ja tämä määrittää korjaustöiden ajat ja alueet, puhutaan käyttäjän ajoittamasta korjauskohteesta. Käyttö ja korjaus limittyvät keskenään ja kohde vastaanotetaan lohkoittain. Käyttäjän ajoittaman korjauskohteen paikka-aikakaaviosta on esitetty esimerkki kuvassa 7. (Kaivonen 1994 s. 172)



**Kuva 7.** Käyttäjän ajoittaman kohteen paikka-aika kaavio (Kaivonen 1994 s. 172).

Lohkot muodostetaan korjaustöiltään ja kestoltaan kohtuullisen yhdenmukaisista osakohteista. Lohkojen työvaiheet tahdistetaan kestoltaan yhtä pitkiksi. Erityistiloiksi jäävät alueet, joiden työsisältö poikkeaa muista osista. Niiden aikataulu on yleensä lyhyt ja kireä. Niissä työt tehdään käynnissä olevan päälohkon resursseilla ”lainaamalla” näitä erityistilan töihin. (Kaivonen 1994 s.171)

#### 3.3.1 Vaikutukset rakentamiseen

Käytössä olevaa rakennusta korjattaessa korjaustöistä aiheutuu käyttäjälle haittoja, kuten melua, pölyä, hajuja, tilojen ahtautta ja käyttörajoituksia sekä väliaikaisia liikennejärjestelyjä rakennuksen sisä- ja ulkopuolella. Käyttäjälle aiheutuvia haittoja on pyrittävä minimoimaan muun muassa lyhentämällä tilan korjausaikaa, siirtämällä töitä tehtäväksi rakennuksen ulkopuolelle, käyttämällä vähemmän haittaa aiheuttavia menetelmiä sekä erilaisilla tilapäisjärjestelyillä. (Toikkanen & Kiiras 1993)

Melun leviämistä on vaikea estää. Purkumenetelmistä tulisi valita mahdollisimman nopeita ja hiljaisia työtapoja. Perinteiset purkutavat, kuten piikkaus ja timanttileikkaus ovat meluisia. Melua aiheuttavat työt tulisi tehdä silloin, kun niistä aiheutuu vähiten haittaa käyttäjälle. (Kaivonen 1994) Joissain kohteissa, kuten konserttirakennuksissa, voi olla ajankohtia, jolloin mitään melua rakennustöistä ei sallita.



Pölyn leviäminen estetään väliaikaisilla suojaseinillä, jotka on toteutettava huolellisesti. Lisäksi purkutyötilan tulee olla alipaineistettu. Mahdollisuuksien mukaan käytetään pölyämättömiä purkumenetelmiä. Purkulaitteissa tulisi olla pölyn kohdepoisto ja pölyävien purkutöiden jälkeen tehdään välisiivous liian leviämisen estämiseksi. (Ratu S-1231 2012) Rakennuksesta voidaan myös joutua osastoimaan korjattava alue erilliseksi palo-osastoksi. (Kaivonen 1994 s. 182) Tällöin väliaikaiset suojaseinät ovat raskasrakenteisempia ja työläämpiä toteuttaa, kuin pelkän pölyn leviämisen estämiseen tarkoitettujen seinien.

Rakennuksen käyttö korjausten aikana aiheuttaa yleensä tilanpuutetta rakentajille. Ongelmia voi olla varastotilassa sekä rakennusmateriaalien liikuttamisessa. Käyttäjien kannalta logistisia ongelmia aiheuttavat tilojen sulkemiset ja väliaikaiset kulkureitit, jotka ovat usein kapeita. Töiden suoritusjärjestystä suunnittelemalla voidaan vähentää väliaikaisista kulkureiteistä johtuvaa käyttäjille aiheutuvaa haittaa ja kulkemisen hidastumista. Tähän liittyen on kehitetty jopa tietokoneoptimointia simuloinnin avulla. (Lee 2012) On kuitenkin harkittava kuinka paljon tuotantoa kannattaa optimoida käyttäjän haitan minimoimisen kannalta, jos se johtaa rakentamisajan pidentymiseen. Toikkasen & Kiiraksen (1993) mukaan juuri rakentamisajan lyhentäminen on tärkein keino korjaustyöstä aiheutuvan haitan vähentämiseksi. Lyhytaikainen suurikin häiriö on paremmin siedettävissä kuin pienempi, mutta pitkäaikainen haitta.

Käytön ja rakentamisen yhteensovittaminen on haastavaa etenkin silloin, kun rakennuksen ulkopuolisten väistötilojen tarve halutaan minimoida ja rakentaminen tehdään pienissä osissa. Nopea toteutusaikataulu, käyttäjien vähäinen häiritseminen, väistötilojen minimointi ja edullinen toteutus voivat olla toisiinsa nähden ristiriitaisia tavoitteita. Kohteen osittelusta ja rakennustöiden jaksotuksista voidaan tehdä erilaisia ehdotuksia, jotka arvioidaan budjetin, aikataulun ja käyttäjävaikutusten perusteella. Tärkeää on tietää tilojen, käyttäjien ja rakennustöiden väliset vaikutukset toisiinsa. Käyttäjien toiminnasta tulee tietää tilantarve, sekä se, voiko käyttäjäryhmä toimia samoissa tiloissa jonkin toisen käyttäjäryhmän tai korjaustyön kanssa. Purkutyöt ovat luonnollisesti sellaisia, joiden aikana käyttäjä ei voi toimia tilassa, mutta esimerkiksi talotekniikka-asennusten viimeistelyjä voidaan tehdä, kun käyttäjät ovat jo muuttaneet tiloihin. Valitun rakennustöiden jaksotuksen tulisi olla sellainen, että rakentajille ja käyttäjille ei aiheudu toisistaan ylitsepääsemättömiä haittoja ja negatiivisten, mutta siedettävien vaikutustenkin määrä on mahdollisimman pieni. Haittaa, kuten melua ja pölyä aiheuttavia töitä voidaan joutua tekemään normaalien työaikojen ulkopuolella aikaisin aamulla tai iltaisin. (Ho & Fischer 2009)

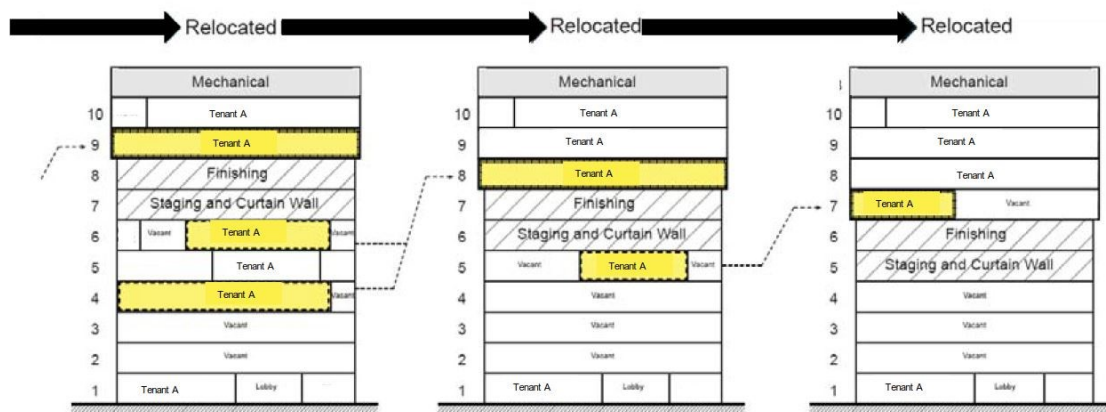
Tiedottaminen on tärkeässä osassa käyttäjän ja korjaustöiden yhteensovittamisessa ja yhteistyön edistämisessä (Kaivonen 1994 s. 193; Hassanain & Al-Mudhei 2006). Ongelmia syntyy, mikäli rakennustöitä ja käyttäjän toimintoja ei ole koordinoitu ja sovitettu yhteen. Ongelmat voivat olla esimerkiksi vesi- ja sähköjärjestelmien katkoksia, jotka tulevat ilmoittamatta ja käyttäjälle huonoon aikaan. Yksi keino tiedotuksen hoitamiseen on säännölliset kokoukset, jossa käyttäjien edustajia voidaan informoida ja he saavat antaa palautetta. (Attalla 1997 s.110) Käyttäjille palautteen antamisen mahdollisuus on tärkeää.

Urakoitsijan kannalta pienillä työmaajärjestelyjen, kulkureittien tai pölynhallinnan muutoksilla voi olla käyttäjän kannalta suuri merkitys. (Olenius et al. 2006) Työmaalla tulisi olla nimetty henkilö, jonka vastuulla käyttäjien tiedottaminen on (Kaivonen 1994 s. 193).

### 3.3.2 Väistötilat

Korjaushanketta aloitettaessa on harkittava poistuvatko käyttäjät rakennuksesta kokonaan rakentamisen ajaksi, vai jos mahdollista, tehdäänkö korjaukset pienissä osissa käyttäjän ollessa paikalla. Väistötilojen tarpeeseen vaikuttaa merkittävästi rakennuksen korjausaste. Perusteellisessa korjauksessa käyttäjä ei voi olla rakennuksessa paikalla korjaustöiden aikana. (Kaivonen 1994 s. 142) Pienemmissäkin korjauksissa käyttäjän herkkyyys rakentamisesta aiheutuville häiriöille voi olla syy väistötiloihin siirtymiselle (Ho & Fischer 2009) Myös käyttäjän toiminnan laatu ja laajuus vaikuttavat väistötilojen hankkimiseen. Suuren rakennuksen, jossa on paljon erityisiä toimintoja ja laitteita, tyhjentäminen kokonaisuudessaan korjauksen ajaksi ei välttämättä ole mahdollista. Voi olla, ettei potentiaalisia väistötiloja ole saatavilla suuren tilantarpeen ja vaativan varustetason vuoksi tai niiden hankkiminen tulisi huomattavan kalliiksi. Tällaisissa kohteissa rakentaminen on tehtävä vaiheittain, jolloin väistötilan tarve pienenee ja jakautuu pidemmälle ajalle. (Hadavi et al. 1996)

Väistötilat voidaan hankkia toisesta kiinteistöstä tai ne voidaan toteuttaa siirrettävillä tilaelementeillä, jotka tuodaan esimerkiksi kiinteistön pihaan. (Kaivonen 1994 s. 145) Väistötiloja voidaan rakentaa palvelemaan useita rakennushankkeita pitkällä aikavälillä, jos saman tyyppisiä korjaushankkeita ollaan tekemässä tietyllä alueella peräkkäin (Yle 2013). Väistötiloina voidaan käyttää myös korjattavan rakennuksen tiloja, kuten on esitetty kuvassa 8. Hotelliporras-menetelmässä rakennuksen yksi porras tyhjennetään ja sen käyttäjille etsitään väliaikaistilat muualta. Töiden edetessä korjattavana olevan portaan käyttäjät muuttavat hotelliportaaseen töiden ajaksi. (Kaivonen 1994 s. 145) Vastaavaa tapaa voidaan käyttää myös kerroksittain korjattaessa. Tällöin väistötilan muodostavat yksi tai useampi kerros. (Ho & Fischer 2009)



**Kuva 8.** Esimerkki töiden etenemisestä ja käyttäjien muutoista rakennuksen sisällä (Ho & Fischer 2009).

Tilaaajan tulee harkita, onko väistötilojen hankkiminen esimerkiksi vuokraamalla kannattavaa sen ajansäästön kannalta, joka saadaan vapauttamalla tiloja korjaustöitä varten (Ho & Fischer 2009). Väliaikaisten tilojen järjestäminen ja muutto aiheuttavat sekä kustannuksia että haittaa käyttäjän toiminnalle (Kaivonen 1994 s.142). Toisaalta muuttamalla pois korjattavasta rakennuksesta käyttäjän ei tarvitse sietää rakentamisesta aiheutuvia haittoja, kuten pölyä, melua ja ahtautta. Tiivistettynä edellisistä lähteistä väistötilojen tarpeeseen ja hankkimiseen vaikuttavat seuraavat asiat:

1. rakennuksen korjausaste
2. rakentamisesta aiheutuvat häiriöt
3. käyttäjän toiminta
4. käytön ja korjauksen yhteensovitus ja sen aikataulu- ja kustannusvaikutus
5. väistötilojen hinta ja saatavuus.

### 3.4 Lähtötiedot kohteesta ja yllätykset rakenteissa

Rakentamisen ja erityisesti purkuvaiheen aikana esiin tulevat yllätykset ovat merkittävä syy korjaushankkeiden aikataulun ja kustannusten ylittymiseen (Attalla et al. 2000; Alastalo 2014) Purkuvaiheessa tulee lähes väistämättä esiin odottamattomia asioita ja näihin tulee varautua (Hadavi et al. 1996). Kaivosen (1994 s. 158) mukaan purkutyövaiheen häiriöpelivaraksi valitaan 20-50 % vaiheen kestosta potentiaalisten ongelmien analyysin avulla ja siihen vaikuttavat:

- lähtötietojen luotettavuus ja tarkkuus
- tuotesuunnitelmien laatu ja muutosten todennäköisyys
- rakennuksen ikä ja kunto
- asbestikartoituksen luotettavuus (piilevän asbestin mahdollisuus)
- purku-urakoitsijan suorituskkyky.

Korjattavasta kohteesta tehtyt esiselvitykset ja kuntotutkimukset ovat lähtökohtana rakennuksen korjaussuunnittelulle. (Lahdensivu et al. 2013) Riittävät tiedot kohteesta ovat tärkeitä, jotta korjaukset voidaan suunnitella oikein ja toteuttaa suunnitelmien mukaisesti.

### **3.4.1 Esiselvitykset ja kuntotutkimukset**

Esiselvitysvaiheeseen kuuluvat suunnitteluasiakirjojen tarkasteleminen ja kiinteistön silmäääräinen tarkastelu. Tällä pyritään arvioimaan rakenteiden vaurioalttiutta, näkyvien vaurioiden määrää ja sijaintia sekä rakennukseen kohdistuvia rasituksia. (Lahdensivu et al. 2013) Alastalon (2014 s. 74) tutkimuksessa esiin tuli kokemuksen merkitys lähtötietojen tarkkuuteen ja yllätyksiin varautumiseen. Aikaisemmat korjauskohteet antavat näkemystä siihen, mitä jokin rakenne saattaa sisältää.

Vanhan rakenteen kunnon tutkimiseen sisältyy aina epävarmuutta, koska tutkimukset tehdään otoksina ja rakenteiden kunto voi vaihdella rakennuksen eri osissa. Tärkeää on kerätä tietoa rinnakkaisista lähteistä. Esiselvitysten lisäksi on pyrittävä käyttämään erilaisia kenttätutkimusmenetelmiä rinnakkain. Myös laboratoriotutkimuksia voidaan tehdä. Tutkimusten tulisi edetä tarkentuen, siten että seuraava tutkimuksen vaihe täydentää seuraavaa. Edulliset ja yksinkertaiset menetelmät alussa auttavat kohdentamaan myöhemmin tehtävät erikoistutkimukset oikein. (Lahdensivu et al. 2013)

Rakennuttajan tulee teettää kohteeseen asbestikartoitus. Mikäli asbestikartoitusta ei tehdä, purkutyö on tehtävä asbestityönä. Asbestikartoituksessa selvitetään asbestipitoisuudet vanhoista rakenteista, kuten pinnoitteista, tasoitteista, LVI-eristyksistä ja lämmöneristyksistä. (RIL K168-1994)

### **3.4.2 Yllätykset rakentamisen aikana**

Rakenteiden ennakoitua huonompi kunto on yleinen ongelma korjauskohteissa ja se tuottaa paljon yllätyksiä. Seurauksena on yleensä työmäärän kasvu ja myös työjärjestystä tai tuotantojärjestelmää voidaan joutua muuttamaan työn aikana. Myös vanhojen suunnitelmien puuttuminen tai virheellisyys voi aiheuttaa samanlaisia muutoksia tuotantoon. (Ratu S-1231 2012) Työn aikana havaitut koko kohteeseen vaikuttavat lähtötietovirheet aiheuttavat tuotantoseisokin, kun käynnissä oleva tehtävä keskeytyy. Tuotantoseisokki sekoittaa työ- ja suoritusjärjestyksen työmaalla. (Toikkanen & Kiiras 1993 s. 52) Suunnitelmien muutostarve rakentamisen aikana on korjausrakentamisessa suurta. Kokeneiden suunnittelijoiden resursseja tulisi olla riittävästi käytössä rakentamisen aikana. Yleinen käytäntö on, että suunnittelija käy purkutöiden aikana työmaalla tarkistamassa lähtötietojen paikansäilyvyyden purkutöiden jälkeen. Tämän jälkeen suunnittelija voi tehdä muutokset suunnitelmiin, jotta ne vastaavat todellista tilannetta. (Ratu S-1231 2012)

Vaarallisten aineiden, kuten asbestin, ennakoimattomalla löytymisellä rakenteista voi olla merkittävä vaikutus, sillä niiden purkaminen on aikaa vievää (Attalla et al. 2000) Asbestipurkutyo joudutaan tekemaan osastoimalla purkutöitä sisältävä alue. Osastoinnissa alue eristetään ilmastollisesti ja alipaineistetaan. Osastoituun alueeseen kuljetaan kolmiosaisen sulkutilan kautta. Pieniä asbestipurkutöitä voidaan tehdä myös muilla menetelmillä. Esimerkiksi purkupussimenetelmä soveltuu putkieristeiden purkuun. (Ratu 82-0347 2009) Joissakin vanhoissa taloissa käytetyissä kellarin pikieristeissä on kreosoottia, jonka purkamisessa käytetään asbestipurkua vastaavia menetelmiä. (RIL K168-1994)

Purkaminen saattaa aiheuttaa rakenteiden stabiliteetin muutoksia, joita ei ole osattu ennakoita. Nämä voivat aiheuttaa vaurioita rakenteille tai sortumavaaran. Joidenkin erityisrakenteiden, esimerkiksi seinämäisten palkkien, toiminta voi olla vaikea määrittää. Lisäksi esimerkiksi kevyet väliseinät ovat ajan kuluessa saattaneet tulla kantaviksi taipumien tai painumien vuoksi. Purkamisesta aiheutuvat kuormien muutokset tulee ottaa rakenteita purettaessa huomioon, eikä tuntemattomia rakenneosia saa purkaa ilman tietoa niiden toiminnasta. (Kaivonen 1994 s. 262)

Muutosriskien lisäksi korjauskohteissa ilmenee muutosmahdollisuuksia, jotka voivat tulla esiin esimerkiksi urakoitsijan innovaatioina. Muutosmahdollisuuksien hyödyntämisellä on mahdollista saada aikataulu ja kustannussäästöjä. Muutosmahdollisuus voi olla esimerkiksi kohteesta purettujen rakennusosien uudelleenkäyttö kohteessa. Urakkasopimuksesta riippuen muutoksesta saatu hyöty myönnetään kokonaan sen ehdottajan, kuten urakoitsijan eduksi, tai hyöty jaetaan hankeosapuolten kesken sopimuksessa määritetyn ehdon mukaisesti. (Karislahti 2006 s.101)

### 3.5 Logistiikka

Työmaalla on siirrettävä materiaalia, työkoneita, henkilökuntaa sekä koneita ja laitteita rakennuksen osista toisiin ja lisäksi poistettava jätteitä. (Kaivonen 1994 s. 205) Rakennustyömaan logistiikkasuunnittelussa tulisi huomioida neljä näkökulmaa: ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen ja tekninen. Ekologisuudella tarkoitetaan päästöjen vähentämistä ja kierrätyksen tehokkuutta, eli kaatopaikalle päätyvän jätteen minimoimista. Taloudellinen näkökulma tähtää tehokkuuteen kustannusten kannalta. Sosiaalisia näkökulmia ovat esimerkiksi työmaaliikenteen haittojen minimointi rakennuksen käyttäjille ja ympäröiville liikennealueille. Tekniseltä kannalta logistiikkajärjestelyn kapasiteetti pyritään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti ja samaan aikaan vähentämään vaurioita käsiteltäville materiaaleille. (Tischer et al. 2013)

Korjausrakentamisessa haasteita logistiikalle aiheuttavat tilat, jotka usein ovat ahtaita. Tämän vuoksi koneita ei aina pystytä käyttämään siirtojen apuna, vaan siirtoja joudutaan tekemaan paljolti käsin. Resurssien ja ajan varaus siirtojen tekemiseen on merkittävä osa korjaustöiden tuotannonsuunnittelua. Töiden sujuvuuden kannalta siirtoketjujen eheys ja toimivuus on tärkeää. (Kaivonen 1994 s. 205)

Lisäksi korjausrakentamisessa syntyy jätteitä huomattavasti enemmän kuin uudisrakentamisessa ja jätehuoltoratkaisu on tärkeä osa korjaustyömaan logistiikkaa. Purkutekniikat vaikuttavat työmaalla syntyvään jätteeseen ja sen siirtämiseen. Pieninä palasina syntyvä jäte esimerkiksi betonin piikkaamisesta voidaan siirtää jätelavalle jätekuilun tai suurtehoimurin avulla. Timanttileikkaamalla taas voidaan irrottaa suuriakin osia, joita voidaan joutua paloittelemaan ennen kuin ne pystytään siirtämään. (Kaivonen 1994 s. 203-205)

Rakennusjätteen määrät ja laadut vaihtelevat korjaushankkeen eri vaiheissa. Tarvittavat jätelavat, sekä niiden paikat ja kuljetusreitit on suunniteltava vastaamaan kunkin vaiheen tarpeita. (Olenius et al. 2006) Kokonaisuutena työmaan aluesuunnitteluun vaikuttavat olemassa oleva rakennus, tonttijärjestely ja liikennealueet. Aluesuunnitelmaan merkitään materiaalien vastaanotto- ja purkupaikat, ajoreitit, siirtoreitit, työpisteet ja kohteen lohkojako. Ahtaista työmaaoloista johtuen aluesuunnitelman jatkuva päivittäminen käynnissä olevan vaiheen mukaiseksi on tarpeen. Aluesuunnitelman tulisi olla kaikkien työntekijöiden nähtävillä. Toimiva ja näkyvillä oleva aluesuunnitelma sekä riittävät opastekyltit työmaalla selkeyttävät työmaan toimintaa. (Ratu S-1231 2012)

Erityisesti keskusta-alueilla tontit ovat tiiviitä ja tilaa korjattavan rakennuksen ympärillä on yleensä vähän. Tällöin voidaan joutua viemään tilaa katualueelta työmaan käyttöön. (Ratu S-1231 2012) Ongelmia voi aiheuttaa myös pysäköintipaikkojen vähyys, joka tulee esiin erityisesti silloin kun käyttäjät ovat paikalla korjaamisen aikana ja osa pysäköintipaikoista on poissa käytöstä työmaan toiminnan vuoksi. Tämä aiheuttaa tarpeen väliaikaisten pysäköintitilojen järjestämiselle. (Attalla 1997 s.111)

Materiaalitoimituksissa tulisi pyrkiä välivarastoinnin minimoimiseen ja siirtämään materiaalit suoraan työkohteeseen. (Kaivonen 1994 s. 205) Varastointitilojen puutteesta ja siirtojen vaikeudesta johtuen korjausrakentamisessa on suurempi tarve logistiikkaratkaisujen etukäteissuunnitteluun kuin uudisrakentamisessa. (Olenius et al. 2006) Erityisesti kun varastotilaa on vähän, työmaalle toimitettavat materiaalit tulisi toimittaa just-in-time periaatteella. Huonoin mahdollinen toimintatapa on se, että työmaalle tulevat materiaalitoimitukset puretaan pihalle varastoalueelle, josta rakennustyöntekijät käyvät aina tarvittaessa hakemassa materiaaleja ja tarvikkeita. Tämä johtaa varastoalueen epäjärjestykseen sekä suureen hukkaan niin materiaalin kuin työnkin osalta. Materiaalien käsittelystä vastaava työryhmä voi auttaa logististen ongelmien poistamisessa. Vastuu materiaalien jakelusta työmaalla on tällöin selvä ja hukkaa poistuu, kun materiaalit toimitetaan oikeaan aikaan työkohteisiin ja rakentajien ei tarvitse etsiä tarvikkeita, vaan voivat keskittyä tuotavaan työhön. (Sullivan et al. 2010 s. 84)

### 3.6 Työtekniikat

Korjausrakentaminen on perinteisesti ollut käsityövaltaista. Korjausrakentamisen teknologia, tuotantotavat ja tuotevalikoima ovat kehittyneet hitaasti tutkimus- ja kehitystoimin-

nan keskittyessä uudisrakentamiseen. Tähän on nähty syynä korjausrakentamisen varamarkkinaluonne, jolla rakennusliikkeet ovat pyrkineet tasaamaan uudisrakentamisen suhdannevaihteluja (Vainio & Airaksinen 2011). Viime aikoina korjausrakentamiseen on kuitenkin alettu kehittää myös teollisia korjaustekniikoita. (Lindstedt et al. 2011)

Vanhoissa ja arvokkaissa kohteissa myös konservointityöt ovat mahdollisia. Tässä luvussa käsitellään erityisesti näiden kahden korjaustekniikan vaikutuksia tuotantoon sekä sitä, miten niiden käyttöä tulee huomioida hankkeessa.

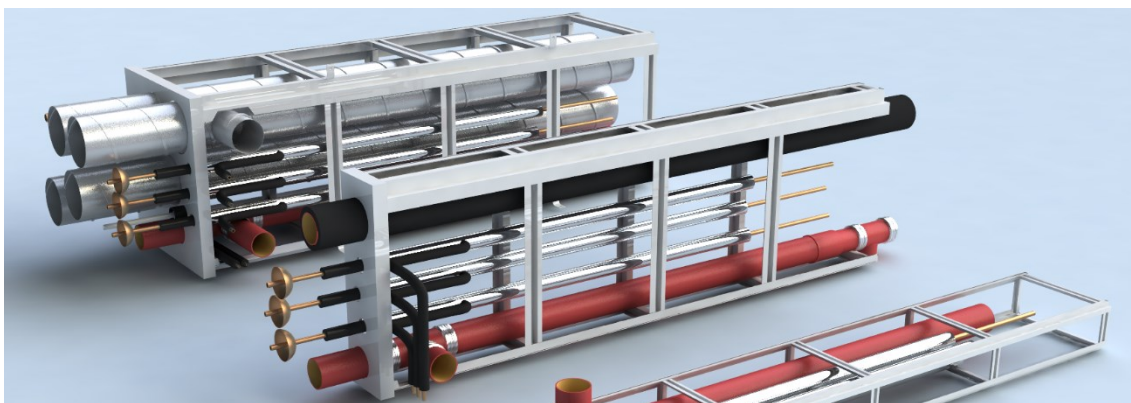
### 3.6.1 Teolliset korjaustavat

Teollisessa korjausrakentamisessa osia pyritään esivalmistamaan mahdollisimman pitkälle tehtaassa, jolloin työmaalla tehtävä työ vähenee. Tällöin työmaa-aika voi lyhentyä, ja näin vähennetään korjaustöistä aiheutuvaa haittaa käyttäjille. Teollisissa korjausmenetelmissä halutaan välttää hankekohtaisia ratkaisuja ja tuottaa moneen kohteeseen sopivia moduuleita, jolloin teknisten ja toiminnallisten ratkaisujen konseptointi ja massaräätälöinti helpottuvat. Massaräätälöinnin idea on monistettu ratkaisu siten, että tilaajan vaatimukset ja rakennusten erilaiset piirteet voidaan huomioida. (Lindstedt et al. 2011)

Teollisten ratkaisujen käyttö vaatii tarkat esitiedot rakennuksesta. Rakennus on laserkeilattava ja inventointimalliin tulee panostaa. Vanhat rakenteet aiheuttavat valmisosien käytölle haasteita, kun valmisosat joudutaan sovittamaan vanhoihin rakenteisiin. Valmisosien käytön vaikeuden vuoksi suuri osa korjausrakentamisesta joudutaan tekemään käsityönä työmaalla ja työvaiheet ovat ainutlaatuisia ja kertautuminen vähäistä. (Lindstedt et al. 2011) Erityisesti tässä tutkimuksessa käsiteltävät vaativat korjaushankkeet, kuten tiloiltaan monimuotoiset liike- ja julkiset rakennukset, sisältävät usein vähemmän toistuvuutta kuin tavanomaiset asuinkerrostalon korjaukset.

Toteutusmuodoista teolliseen korjausrakentamiseen soveltuvat parhaiten muodot, joissa toteuttajan suoritusvelvollisuuteen kuuluu myös tekninen suunnittelu. Tilaaja vastaa siis hankkeen hanke- ja yleissuunnittelusta, mutta ei teknisistä ratkaisuista. (Junnonen & Lindstedt 2011 s. 44) Suunnittelun ja hankinnan kannalta tämä edellyttää, ettei korjaustapaa ole lyöty lukkoon ennen urakoitsijan valintaa. Esimerkiksi yleissuunnitelmat on tehtävä niin, että ne mahdollistavat eri korjausmenetelmien ehdottamisen. Hankinta tulee tehdä suunnitelmavaatimuksin, jotka sisältävät toiminnalliset ja esteettiset vaatimukset. Tilaaja voi hyödyntää urakoitsijan teknistä osaamista ja hankintaosaamista, kun urakoitsijalla on vastuu tuotteen toteutussuunnittelusta ja paikalleen asentamisesta teknisine ratkaisuineen. Tähän soveltuu hankintamenettelyksi tuoteosakauppa, jossa urakoitsijan velvoitteisiin kuuluu myös suunnittelu. Menettely mahdollistaa teollisten menetelmien ja perinteisten korjaustapojen kilpailun rinnakkain. (Lindstedt et al. 2011)

Teollisia korjaustekniikoita ovat esimerkiksi julkisivujen korjaus ja lisäeristys elementeillä sekä LVI-putkistojen korjaus hormielementeillä, joita on esitetty kuvassa 9. Tyypillisesti hormielementtiin voidaan asentaa kaikki LVI-pystyvedot valmiiksi tehtaalla. Putket voidaan tehtaalla asentaa pienempään tilaan kuin työmaalla, mikä säästää tilaa. Sähköputkitukset ovat mahdollisia, jos niiden palo-osastoinnin tarve on selvitetty. Myös vaakasuuntaisesti asennettavia hormielementtejä käytetään. Työmaalla tehtäväksi jää elementtien liittäminen toisiinsa ja läpivientien valaminen umpeen. Lopuksi hormielementit voidaan verhoilla erillisillä verhouselementeillä. (Junnonen & Lindstedt 2011 s.16)



**Kuva 9.** Hormielementtejä (assemblin.com 2017)

Julkisivuja voidaan korjata julkisivuelementeillä, joilla voidaan parantaa rakennuksen lämmöneristävyyttä, sisäilmastoa, tiiveyttä ja ulkonäköä. Vanha julkisivu puretaan kokonaan tai osittain ennen uusien elementtien asennusta tai ne asennetaan suoraan vanhan julkisivun päälle. Julkisivuelementit on hyvä toteuttaa niin, että ne sisältävät myös ikkunat, mutta uudet ikkunat voidaan asentaa myös erikseen. (Junnonen & Lindstedt 2011 s. 21)

Tuotannon hallinnan on tuettava teollisia korjausmenetelmiä ja yleensä pyritään toistuvan tilakorjauksen tyyppiseen tuotantoon erityisesti silloin kun käyttäjä on paikalla korjauksen aikana. Tuotannonohjauksessa korostuu tasainen ja jatkuva tuotanto, jossa työkohteet tehdään kerralla valmiiksi, eikä töitä päästetä saman aikaisesti leviämään useisiin työkohteisiin. Voidaan esimerkiksi määrittää, että saman aikaisesti sallitaan työt vain kahdessa työkohteessa. Tuotannon ongelmien kohdalla kasvatetaan yhden työkohteen läpimenoaika ja lykätään uusien aloitusta. Toistuvan työkohteen tulee olla sopivan kokoinen, jotta läpäisy aika pysyy pienenä ja työntekijöiden välinen yhteydenpito toimii. Työkohteeksi kannattaa valita kerros tai pystylinja, joiden koot vaihtelevat esimerkiksi 150-350 m<sup>2</sup> välillä. Työt alkavat työkohteessa samaan aikaan ja se luovutetaan käyttäjälle yhtenä kokonaisuutena. Työkohteiden aloitukset porrastetaan. (Junnonen & Lindstedt 2011 s. 49)

Suurimpia haasteita teollisten korjausmenetelmien käytölle ovat logistiikka ja suunnittelu. Esivalmisteiden käyttö kasvattaa suunnittelun riskejä, koska suunnitelmien pitää olla



aikaisemmin valmiita ja suunnitelmien muutokset aiheuttavat suurempia ongelmia kuin perinteisissä korjaustavoissa. Suunnittelun, hankintojen ja tuotannon yhteensovittamisessa on lisäksi huomioitava se, että valmisosien saanti työmaalle kestää kauemmin kuin pelkkiä materiaaleja tilattaessa. Logistiikan kannalta on suunniteltava, miten esivalmisosat saadaan työmaalle ja asennuspaikalle. (Lindstedt et al. 2011 s.42) Periaatteena on, että tuotteet saapuvat työmaalle asennuksen alkaessa, eli JOT-periaatteella. Tarvittava välikavaroitus tapahtuu tehtaalla, mikä vähentää työmaavarastoinnista aiheutuvia vahinkoja. (Junnonen & Lindstedt 2011 s. 54) Työmaalla ongelmia voi aiheuttaa vanhojen tilojen ahtaus. Lisäksi vaikka suunnitelmat olisi tehty hyvin, purkuvaiheessa paljastuu usein ennakoimattomia asioita. (Lindstedt et al. 2011 s.42)

### 3.6.2 Entisöintityöt

Entisöintitöissä kiinnitetään erityistä huomiota kulttuurihistoriallisten ja rakennustaiteellisten arvojen sekä vanhan rakennustavan säilyttämiseen ja palauttamiseen. Korjauksessa säilytetään mahdollisimman paljon vanhoja rakenteita ja työt tehdään vanhoja rakennustapoja ja -materiaaleja käyttäen. Hävinneitä rakennusosia voidaan tehdä vanhan tavan mukaisesti uudelleen. Myös talotekniikkaa uusittaessa asennukset tulee tehdä vanhaa rakennusta kunnioittaen. (Kaivonen 1994 s. 15) Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmissä voidaan hyödyntää olemassa olevia hormoneja. Konehuoneet tulisi sijoittaa piiloon kellariin tai ullakolle, eikä rakennuksen vesikatolle näkyviin. (Tabibian & Ghavami 2016)

Historiallisesti merkittävässä rakennuksessa, jossa tehdään entisöintitöitä, rakenteiden suojaukset ja olosuhdehallinta vaativat erityistä huomiota. Suojaukset tulee suunnitella ja toteuttaa niin, että suojattavaan rakenteeseen ei tehdä kiinnityksiä. Suojaukset toteutetaan yleisesti kovalla levyrakenteella, kuten vanerilla, jonka alla on iskuja vaimentava materiaali, kuten aaltopahvi. Lisäksi esimerkiksi lattioiden suojauksessa olennaista on puhdistaa pinta ennen suojausta. (Mäkiö 2003) Oikeiden olosuhteiden, kuten lämpötilan ja pölyttömyyden ylläpitäminen korjaustöiden aikana on tärkeää konservointitöiden onnistumisen kannalta. Olosuhteita voidaan mitata työmaalla reaaliaikaisesti erilaisten antureiden avulla. (Taurén 2016)

Lambeck & Eschemullerin (2009) mukaan, jos entisöintitöille on tarvetta, tulee näihin töihin erikoistuneet aliurakoitsijat hankkia mahdollisimman nopeasti. Heidän apuaan kannattaa käyttää entisöintitöiden laajuuden ja vaativuuden arvioinnissa, sillä entisöintityöt voivat vaatia merkittäviä aika- ja kustannusvarauksia. Huomioita tulee kiinnittää myös konservointi- ja restaurointitöiden aikataulun sovittamiseen kohteen yleisaikatauluun. Entisöintitöitä tekevien urakoitsijoiden valinnassa referenssien tulisi olla urakoitsijan tärkein valintakriteeri. Referenssien tulisi olla työtä suorittavaksi aiotun henkilön referenssejä, eikä esimerkiksi yrityksen referenssejä yleisesti. (Taurén 2016)

## 4. TUTKIMUSMENETELMÄT JA TUTKIMUKSEN SUORITUS

### 4.1 Tutkimusmenetelmät

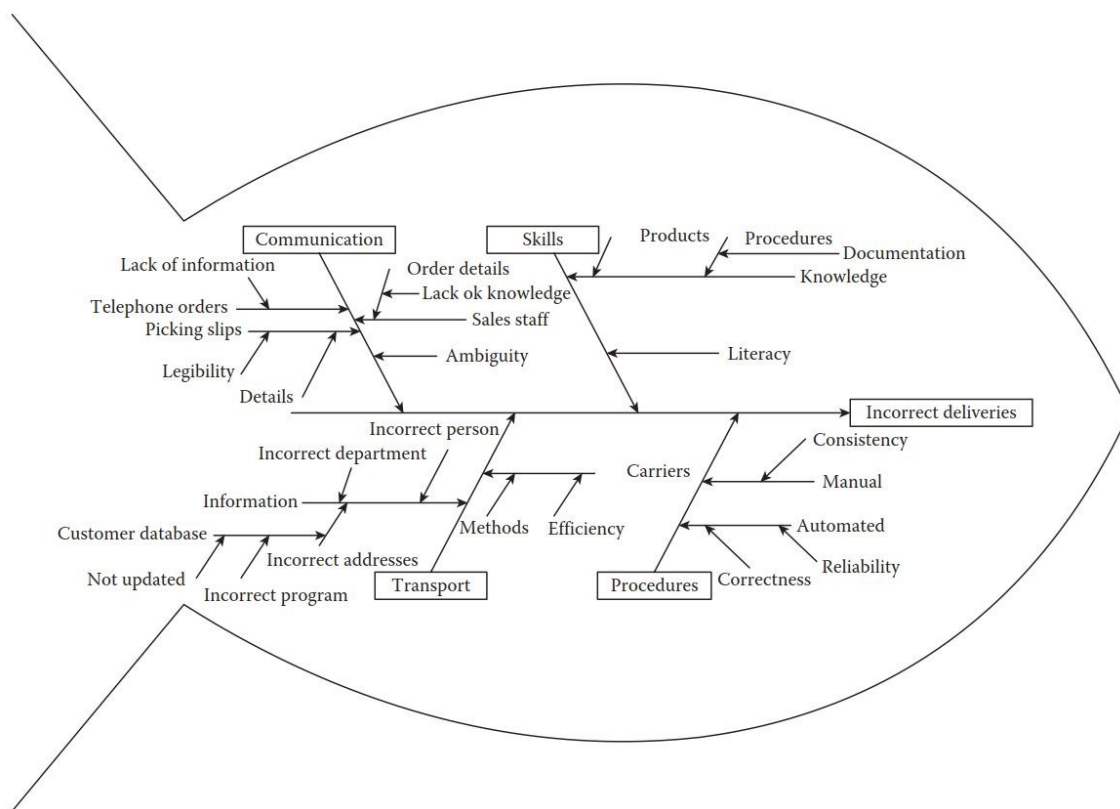
Tutkimus oli kvalitatiivinen haastattelututkimus. Haastattelumenetelmä oli teemahaastattelu, joka on puolistrukturoitu haastattelumuoto. Puolistrukturoidussa haastattelussa kysymykset ovat haastateltaville samat, mutta niiden järjestystä voidaan vaihdella ja lisäkysymyksiä voidaan esittää. Valmiita vastausvaihtoehtoja ei ole, vaan haastateltavat muotoilevat vastauksensa omin sanoin. (Hirsijärvi & Hurme 2008, s. 47) Teemahaastattelu valittiin, koska sen katsottiin soveltuvan hyvin tutkimusongelman ratkaisemiseen. Vaativissa korjaushankkeissa esiintyvät haasteet ja niiden syyt ovat moniulotteisia ja tästä syystä haastateltaville haluttiin antaa mahdollisuus vastata kysymyksiin vapaamuotoisesti. Haastattelusta ei myöskään haluttu liian jäykkää, jotta haastateltavat voivat kertoa nimenomaan niistä ongelmista, jotka kyseisessä hankkeessa ovat olleet keskeisiä. Hirsijärvi & Hurmeen (2008 s. 35) mukaan haastattelu sopiikin tutkimusmenetelmänä tilanteisiin, jossa tiedetään, että tutkimuksen aihe tuottaa monitahoisia ja moniin suuntiin viittaavia vastauksia. Haastattelun etuna on myös mahdollisuus selvittää ja syventää saatuja vastauksia. Haastateltavia voidaan esimerkiksi pyytää antamaan perusteluja vastauksilleen.

Haastattelututkimuksella on myös haittapuolia. Haastattelujen tekeminen voi olla vaativaa ja haastattelijalta vaaditaan taitoa ja kokemusta, jotta haastatteliija osaa kerätä tietoa haastateltavilta joustavasti ja tilannetta myötäillen. Myös haastatteluaineiston tulkinta, analysointi ja raportointi on usein haastavaa. Lisäksi haastatteluihin sisältyy aina lukuisia virhelähteitä. (Hirsijärvi & Hurme 2008 s. 35) Ruusuvuori et al. (2010 s. 381) mukaan haastateltava tulkitsee prosessia aina haastatteluhetken näkökulmasta, jolloin vallalla oleva tilanne tai tapahtumasta kulunut aika saattaa merkittävästi vaikuttaa siihen, mitä asioita haastateltava nostaa esille. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi haastattelutavan henkilöhistoria ja tapahtumakulkuihin liittyneet jännitteet. Myös haastateltavan suhtautuminen haastattelijaan ja haastattelijan toiminta haastattelutilanteessa vaikuttavat vastauksiin.

Osa haastatteluista oli yksilöhaastatteluja ja osa kahden tai kolmen hengen pienryhmähaastatteluja. Vuorovaikutuksen ja tiedonhankinnan kannalta yksilö- ja ryhmähaastattelut eroavat toisistaan. Alasuutarin (1999 s. 151) mukaan ryhmäkeskustelussa tutkija jää ajoittain sivuun, kun ryhmän jäsenet alkavat keskustella asiasta keskenään. Tällöin tutkijalla on mahdollisuus havaita hahmottamistapoja ja argumentaatorakenteita, joiden perusteella ryhmä toimii. Tätä tapahtuu etenkin, mikäli kyseessä on luonnollinen ryhmä. Tut-

kija voi esittää selventäviä kysymyksiä, mikäli jokin asia jää ryhmän sisäisen kommunikaation vuoksi tutkijalle epäselväksi. Ryhmäkeskusteluissa arvokasta tutkimusaineistoa voi tuottaa se, jos haastattelijan kysymykset saavat ryhmän keskustelemaan asioista, jotka jäävät itsestäänselvyyksinä tai muista syistä ryhmän normaalien keskusteluaiheiden ulkopuolelle. Ryhmäkeskusteluissa haastateltavien vastauksiin voivat myös vaikuttaa ryhmän sisäiset valtasuhteet ja se onko esimerkiksi esimiehiä paikalla. Yksilökeskustelussa vuorovaikutus tapahtuu ainoastaan haastattelijan ja haastateltavan välillä.

Jokaisesta hankkeesta valittiin yksi keskeinen onnistuminen tai ongelma, josta tehtiin juurisyysanalyysi. Juurisyysanalyysit tehtiin 5 kertaa miksi –menettelyn avulla. Menetelmässä tunnistetaan ongelma ja esitetään miksi-kysymyksiä, kunnes päästään ongelman juurisyyn. 5 kertaa miksi –analyysissä tärkeää on edetä askel askeleelta kohti juurisyitä siten, että vastaukset miksi-kysymyksiin ovat mahdollisimman tarkkoja ja yksinkertaisia. Näin vältetään johtopäätösten tekeminen liian aikaisin eli ennen kuin syy-seuraussuhteet juurisyyn ja ongelman välillä on saatu esiin. Yhdellä ongelmalla on tyypillisesti useita juurisyitä. (Liker & Meier 2005)



**Kuva 10.** Esimerkki kalanruotokaaviosta (Forbes & Ahmed 2010).

5 kertaa miksi –analyysin ohella juurisyysanalyysissä käytettiin kalanruotokaaviota, koska sen katsottiin soveltuvan juurisyiden jäsentelyyn ja niiden esittämiseen raportissa. Esimerkki kalanruotokaaviosta on esitetty kuvassa 10. Ongelma kirjoitetaan kalan päähän ja suuret ruodot edustavat syiden pääluokkia. Pääluokkia voi olla useita ja ne voivat olla

vakioituja tai ne voivat vaihdella riippuen ongelmasta. Syyt esitetään pääluokkiin yhdistyissä pienemmissä ruodoissa siten, että juurisyyt ovat pienimpien ruotojen päissä. (Forbes & Ahmed 2010)

## 4.2 Hankkeiden valinta ja haastattelujen suoritus

Tutkimuksessa käsitellyt hankkeet valittiin rahoittajaorganisaatioiden eli tutkimushankkeen ohjausryhmään kuuluneiden organisaatioiden tekemistä ehdotuksista. Käsiteltäväksi valittiin hiljattain valmistuneita tai rakennusvaiheen loppupuolella olevia eri tavoin vaativia korjaushankkeita. Käsiteltyihin hankkeisiin sisältyi esimerkiksi suojeltuja, rakenteiltaan vaativia ja korjauksen aikana käytössä olleita kohteita. Hankkeiden valinnassa pyrittiin myös siihen, että niiden ominaisuuksissa on yleistettävyyttä ajatellen peruskorjausikään tulevia rakennuksia Suomessa. Tutkimukseen valittiin kahdeksan hanketta, jotta haastatteluilla voitiin löytää vaativissa korjaushankkeissa toistuvia ja yleistettäviä ongelmia. Pienemmällä otoksella olisi ollut mahdollista analysoida kutakin hanketta vielä syvällisemmin, mutta tällöin käsitys erilaisten ongelmien yleisyydestä olisi jäänyt epävarmemmaksi.

Haastatteluja varten laadittiin tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijan haastatteluihin omat teemahaastattelurungot, jotka poikkesivat toisistaan hieman. Haastatteluteemat olivat kuitenkin yhtenevät kaikissa haastatteluissa ja haastatteluissa noudatettiin haastattelurungon kysymyksiä. Teemoiksi valittiin hankkeen yleiskuvaus, lohkotus, tuotanto ja tuotannon huomioiminen suunnittelussa. Haastattelujen teemat ja kysymykset pyrittiin luonnollisesti laatimaan niin, että haastatteluista saadut tulokset vastaisivat mahdollisimman hyvin tutkimuksen tavoitteita. Haastattelurunkoihin tehtiin pieniä muutoksia kolmen ensimmäisen haastattelun jälkeen, minkä jälkeen haastattelurungot pidettiin samanlaisina. Haastattelurungot on esitetty liitteissä B, C ja D.

Kustakin hankkeesta haastateltiin tilaajan ja urakoitsijan edustajia. Haastattelut olivat yksilöhaastatteluja tai pienryhmähaastatteluja, joihin osallistui 2-3 henkilöä. Haastatteluihin otettiin mukaan ne henkilöt, joiden ajateltiin osaavan kertoa käsiteltävästä hankkeesta ja tuotannon huomioimisesta korjaushankkeiden suunnittelussa yleisesti. Haastatteluihin osallistuvaa henkilömäärää ei haluttu lyödä lukkoon, jotta haastatteluista sopiminen oli joustavaa ja kunkin hankkeen kannalta keskeiset henkilöt pääsivät osallistumaan. Osassa haastatteluista mukana oli rakennuttajakonsultti ja yhdessä haastattelussa pääurakoitsijan lisäksi talotekniikkaurakoitsija. Lisäksi yhdestä hankkeesta haastateltiin rakennesuunnittelijan edustajaa. Haastatellut henkilöt on esitetty hankkeittain taulukossa 1. Haastateltaville lähetettiin haastattelupyyntökirje, jossa kerrottiin tutkimushankkeesta sekä haastattelun tarkoituksesta. Haastattelupyyntökirje on esitetty liitteessä A. Tutkimushankkeen ohjausryhmään kuulumattomille organisaatioille haastattelupyyntö välitettiin ohjausryhmään kuuluvan organisaation kautta. Yksikään osapuoli ei kieltäytynyt antamasta haastattelua. Kustakin hankkeesta haastateltiin ensin tilaajan edustajia ja tämän jälkeen pääurakoitsijan edustajia. Organisaatioiden edustajien kanssa sovittiin siitä, ketkä henkilöt

osallistuvat haastatteluihin ja tämän jälkeen haastatteluajat sovittiin puhelimitse tai sähköpostitse. Tilaajilta kysyttiin haastattelujen yhteydessä, keitä pääurakoitsijan henkilöitä he suosittelisivat haastateltaviksi. Haastatteluja tehtiin yhteensä 17 kappaletta.

***Taulukko 1. Haastattelut.***

<b>Hanke</b>	<b>Numerointi</b>	<b>Osapuoli</b>	<b>Haastatellut henkilöt</b>
Hanasaaren kulttuurikeskus	H1.1	Tilaaja	Rakennuttajapäällikkö
	H1.2	Pääurakoitsija	Työpäällikkö, työmaainsinööri & vastaava mestari
	H1.3	Rakennesuunnittelija	Projektinjohtaja (rakennesuunnittelu)
Kansalliskirjaston peruskorjaus	H2.1	Tilaaja	Hankkeen johtoryhmän puheenjohtaja
	H2.2	Pääurakoitsija	Työpäällikkö & projektikoordinaattori
Elisan pääkonttorin uudistaminen	H3.1	Rakennuttajakonsultti	Rakennuttajakonsultti
	H3.2	Pääurakoitsija & talotekniikkaurakoitsija	Pääurakoitsija: työpäällikkö, vastaava mestari, Talotekniikkaurakoitsija: Senior vice president
Espoonlahden kirkko	H4.1	Tilaaja & rakennuttajakonsultti	Tilaajan laatukoordinaattori & rakennuttajakonsultti
	H4.2	Pääurakoitsija	Työpäällikkö & vastaava mestari
Lahden kaupunginsairaala	H5.1	Tilaaja	Investointipäällikkö & projektipäällikkö
	H5.2	Pääurakoitsija	Aluejohtaja, työpäällikkö & työmaainsinööri
Leppävaaran uimahalli	H6.1	Tilaaja	Investointipäällikkö & projektipäällikkö
	H6.2	Pääurakoitsija	Työpäällikkö & vastaava mestari
Teollisuuskatu 23-25	H7.1	Tilaaja	Rakennuspäällikkö & projektinjohtaja
	H7.2	Pääurakoitsija	Työpäällikkö & vastaava mestari
Tapiolan koulu	H8.1	Tilaaja	Projektipäällikkö
	H8.2	Pääurakoitsija	Työpäällikkö

Haastattelut tehtiin 27.2.2017-20.6.2017 välisenä aikana haastateltavien edustamien organisaatioiden tiloissa pääkaupunkiseudulla ja Lahdessa. Suunnittelijan haastattelu tehtiin puhelimitse. Mahdollisuuksien mukaan haastattelujen yhteydessä käytiin myös työmaalla tai jo valmistuneessa kohteessa. Puolistrukturoidulle haastattelulle ominaisesti teemahaastattelurungon kysymysten lisäksi esitettiin lisäkysymyksiä haastateltavien vastausten perusteella. Haastateltavien vastaukset avasivat ajoittain mahdollisuuden mielenkiintoisille keskustelun sivuhaaroille, jotka hyödynnettiin, mikäli haastatteliija katsoi niiden olevan hyödyllisiä tutkimuksen kannalta. Erityisesti pienryhmähaastatteluissa haastateltavat täydensivät ja kommentoivat usein toistensa vastauksia, mikä toi esiin mahdollisuuden syventävälle tai näkökulmaa laajentavalle jatkokysymykselle. Urakoitsijoiden haastatteluihin valmisteltiin myös lisäkysymyksiä etukäteen tilaajan haastattelujen perusteella. Lisäkysymyksillä selvitettiin esimerkiksi urakoitsijan näkökulmaa johonkin tilaajan haastattelussa esiin tulleen prosessiin tai rakentamiseen liittyvään haasteeseen hankkeessa.

Haastattelujen kesto vaihteli 45 minuutin ja 1,5 tunnin välillä. Haastattelujen aikana tehtiin muistiinpanoja ja haastattelut nauhoitettiin. Haastatteluäänitteistä ei tehty sanasanaista litterointia, mutta haastattelumuistioita täydennettiin äänitteiden pohjalta huomattavasti. Haastattelujen lisäksi hankkeista saatiin käyttöön dokumentteja, joita käytettiin yleiskuvan saamiseksi hankkeista sekä analyysin apuna. Käytössä olleita dokumentteja olivat muun muassa hankesuunnitelmat, ehdotussuunnitelmat, urakoitsijan projektisuunnitelmat, urakkaohjelmat sekä yleis- ja rakennusvaihe aikataulut. Dokumentteja saatiin käyttöön vaihtelevasti ennen ja jälkeen haastatteluiden. Kaikkia edellä mainittuja dokumentteja ei saatu jokaisesta hankkeesta, vaan käytössä olleet dokumentit vaihtelivat.

## 5. TUOTANNON HAASTEET KORJAUSKOHTEISSA

### 5.1 Hanasaaren kulttuurikeskuksen peruskorjaus

Kohde on vuonna 1975 valmistunut kulttuurikeskus. Kohteen koko ennen peruskorjausta oli noin 7500 br-m<sup>2</sup>. Kulttuurikeskukseen kuuluu kokoustiloja, toimistotiloja, ravintola sekä hotellihuoneita. Lisäksi kohteessa on uima-allasosasto sekä auditorio. Kulttuurikeskuksessa järjestetään erilaisia tapahtumia, kursseja ja seminaareja. (H1.1) Yleiskuva kulttuurikeskuksesta on esitetty kuvassa 11 ja siinä on havainnollistettu myös hotellisiiven päälle rakennettu laajennusosa.



*Kuva 11. Hanasaaren kulttuurikeskus.*

Kohteessa tehtiin kattava peruskorjaus. Talotekniikkajärjestelmät purettiin ja uusittiin kauttaaltaan lähes kokonaan. Rakennuksen julkisivut uusittiin kokonaan. Julkisivun pitkälle edenneen pakkasrapautuman vuoksi vanhat pesubetoniset kuorielementit ja lämmöneristeet purettiin kokonaan ja niiden tilalle asennettiin uudet sandwich-elementit. Myös kaikki ikkunat ja vanhat räystäsrakenteet uusittiin. Lähes kaikki sisäpinnat uusittiin tai korjattiin entisöiden. Rakennus ei ole virallisesti suojeltu, mutta kohde on kuitenkin rakennushistoriallisesti merkittävä, joten hanke vietiin läpi kuin virallisesti suojellun kohteen korjaus. Museovirasto oli hankkeessa mukana ja antoi lausuntoja kohteen korjaamisesta. (H1.1)

Kohteessa tehtiin myös laajennuksia. Hotellisiiven päälle rakennettiin teräsrakenteinen lisäkerros, johon sijoitettiin kulttuurikeskuksen toimistot. Lisäksi rakennettiin uusia teknisiä tiloja ja sisääntuloaulaa laajennettiin. Bruttopinta-ala laajennuksien jälkeen on noin 8400 br-m<sup>2</sup>. Hankkeen kokonaisbudjetti oli 25 milj. € (alv 0 %). Hankesuunnitteluvaiheessa hanke oli tarkoitus toteuttaa jaetun urakan toteutusmuodolla, mutta se vaihdettiin rakennuttajan omaan allianssimalliin ennen urakoitsijan valintaa. Suunnittelusopimukset olivat aluksi kiinteähintaisia, mutta niiden laskutus muutettiin tuntiveloitusperusteiseksi, kun allianssimalliin siirryttiin. Suunnittelijat olivat sopimussuhteessa tilaajaan. Rakennusaika oli 19 kuukautta vuoden 2015 joulukuusta 2017 kesäkuuhun. Hanke valmistui aikataulun mukaisesti. (H1.1)

### 5.1.1 Yllätykset rakenteissa

Ulkoseinäelementtien korjaus piti tehdä alun perin vain rakennuksen hotellisiivelle, mutta muidenkin elementtien kunto paljastui huonoksi, joten lähes kaikki elementit päädyttiin uusimaan. (H1.1) Julkisivun loppuosan korjaus myöhemmin olisi aiheuttanut haittaa käytölle kulttuurikeskuksen ollessa toiminnassa. Myös louhos, josta julkisivuelementtien kiiviaines oli tarkoitus ottaa, on sulkeutumassa lähiaikoina. (H1.2)

Rakennuksesta löydettiin purkutöiden yhteydessä asbestia, jota ei asbestikartoituksen yhteydessä oltu huomattu. Asbestia sisältävät rakenteet purettiin. (H1.1) Asbestia löytyi yläpohjasta, mistä sen purkaminen aiheutti mittavat lisätyöt. Alkuperäinen suunnitelma oli korjata vain yläpohjan sisäpinnat sekä vedeneristys, mutta yläpohja purettiin kokonaan kantavia rakenteita lukuun ottamatta. (H1.2)

Uima-allasosastolla rakenteita jouduttiin purkamaan odotettua enemmän kosteusvaurioiden vuoksi. Merkittävä vaikutus oli myös osittaisella salaojien huonolla kunnolla, joka huomattiin rakentamisvaiheessa. Salaojien uusimisen yhteydessä jouduttiin kalliota louhimaan suunniteltua enemmän ja julkisivukorjauksen työjärjestystä jouduttiin muuttamaan. (H1.1) Salaojatyö myöhästyi louhintojen ja pumppaamojen rakentamisen takia 1,5 kk ja se siirsi julkisivuelementtien asennusta usealla viikolla. Urakoitsijan mukaan rakennusta ei oltu tutkittu riittävän tarkkaan ennen rakentamisen aloittamista. Tämä aiheutti yllätyksiä ja vaikeutti myös suunnittelua, koska suunnittelun lähtötiedot eivät pitäneet paikkaansa. (H1.2)

### 5.1.2 Suunnittelu

Suunnittelun ongelmat haittasivat hankkeessa rakentamista merkittävimmin. Haasteita oli suunnitelmien lähtötiedoissa, yhteensovittamisessa ja aikataulussa sekä suunnitelmien rakennettavuudessa. (H1.1, H1.2)



Urakoitsijan näkemyksen mukaan tärkeä syy suunnittelun epäonnistumiseen olivat väärät ja puutteelliset lähtötiedot. Suunnittelussa oli luotettu asioihin, jotka eivät pitäneet paikkaansa. Virheelliset oletukset aiheuttivat ongelmia hankkeen myöhemmässä vaiheessa. (H1.2) Kohteen suunnittelussa käytettiin tietomallinnusta, mutta tämä ei ollut täysin onnistunut. Tietomallia varten tehtyjen mittausten käsittelemisessä oli ongelmia. (H1.1) Tästä syystä tietomallin mittamaailmassa oli ongelmia ja arkkitehti- ja rakennemallin koordinaatistot eivät kohdanneet. Tämä tuli esille esimerkiksi, kun neljännen kerroksen laajennuksen teräsrakenteita oltiin mittaamassa paikalleen. Osa pilareista olisi mittausten mukaan sijoittunut seinälinjan ulkopuolelle ja suunnitelmat jouduttiin tekemään uudestaan. Mittojen virheellisyys tuli myös esille julkisivun korjauksessa. Osa uusista elementeistä oli väärän kokoisia ja niitä jouduttiin sahaamaan työmaalla. Tämä heikensi työsuorutusta huomattavasti. Urakoitsija arvioi tämän tyyppisen elementtiasennuksen työsuorutuksen olevan normaalisti 20 elementtiä päivässä, kun nyt päästiin vain viiteen. (H1.2)

Suunnitelmien yhteensopivuudessa oli hankkeessa ongelmia. (H1.1) Ongelmia aiheuttivat erityisesti rakenne- ja arkkitehtimallien mittaristiriidat, jotka heijastuivat kaikkiin suunnitelmiin. Muun muassa talotekniikan reitityksiä jouduttiin muuttamaan, koska ne olisivat viistäneet kantavia rakenteita. (H1.3) Lisäksi esimerkiksi sähköasennusten yhteydessä huomattiin, että päätelaitteet poikkeavat alakaton väristä ja sähkökouruja on asennettu paikkoihin, johon pääsuunnittelija ei ole tyytyväinen. Tämän katsottiin johtuvan pääsuunnittelijan puutteellisista suunnitelmataarkastuksista, koska kyseiset asiat olivat näkyvillä suunnitelmissa, mutta pääsuunnittelija ei ollut varmistanut suunnitelmien yhteensopivuutta. (H1.2)

Suurin haaste oli saada suunnitelmat valmiiksi tuotantoa ja hankintoja varten. Suunnitelma-aikataulun pitävyys oli ongelma ja tästä aiheutui viivettä hankintoihin. (H1.1) Pääurakoitsija joutui tekemään hankintoja kiireellisesti ja puutteellisilla suunnitelmilla, mistä johtuen aliurakoita ei pystytty hankkimaan halutun laisina kokonaisuuksina ja kiinteähintaista urakkaa käyttäen. Puutteellisista suunnitelmista johtuen aliurakkasopimuksiin jäi paljon epäselvyyksiä, mikä johti suureen lisätöiden suureen määrään ja tuntihintaisten töiden määrä kasvoi. Urakoitsija katsoi tämän vaikuttaneen negatiivisesti hankkeen kustannuksiin. (H1.2) Tilaajan näkemyksen mukaan pääurakoitsija olisi voinut osaltaan lieventää ongelmaa kommunikoimalla suunnittelijoille paremmin siitä, mitä ja minkä tarkkuustason suunnitelmia tarvitaan kunkin aliurakan hankintaan. Tilaajan ja käyttäjän välisissä neuvotteluissa halutun laatutason määrittäminen oli ajoittain haasteellista ja myös tästä johtuen aiheutui suunnitelmien muutostarpeita, joille ei aina ollut aikaa. (H1.1)

Suunnitelmien rakennettavuus oli ongelma julkisivun ja vesikaton rakentamisessa. Rakennusvaiheiden riippuvuudet toisiinsa olivat voimakkaat, eikä vesikattoa päästy rakentamaan ennen kuin julkisivuelementit oli asennettu. Tästä syystä sääsuoja jouduttiin purkamaan ja vesikaton rakenteita rakennettiin ilman sääsuojaa. Urakoitsijan näkemyksen mukaan julkisivun ja vesikaton liittymädetaljiikka olisi pitänyt suunnitella eri tavalla si-

ten, että julkisivu ei olisi vaikuttanut vesikaton rakentamiseen. Urakoitsija uskoi, että tähän olisi löytynyt ratkaisu, jos rakennesuunnittelija ja urakoitsija olisivat ennen suunnitteleminen käsitellä asiaa yhteisessä palaverissa. (H1.2) Myös rakennesuunnittelijan näkemys oli, että asian käsittelyyn oli liian vähän aikaa, mutta ratkaisun löytäminen pidemmälläkin käsittelyajalla olisi ollut haastavaa (H1.3).

Suunnitelmien läpikäymiseen ei ollut aikaa, koska elementtien toimitusajat olivat pitkät ja suunnitelmat tuli saada toimitettua elementtitehtaalte. Tästä aiheutuneesta haitasta kärsittiin työmaalla. Ulkovaipan ongelmat olivat urakoitsijan mielestä tyypillinen esimerkki siitä, miten ongelmien heijastusvaikutukset voivat olla niin laajat, että niitä on vaikea arvioida etukäteen. (H1.2)

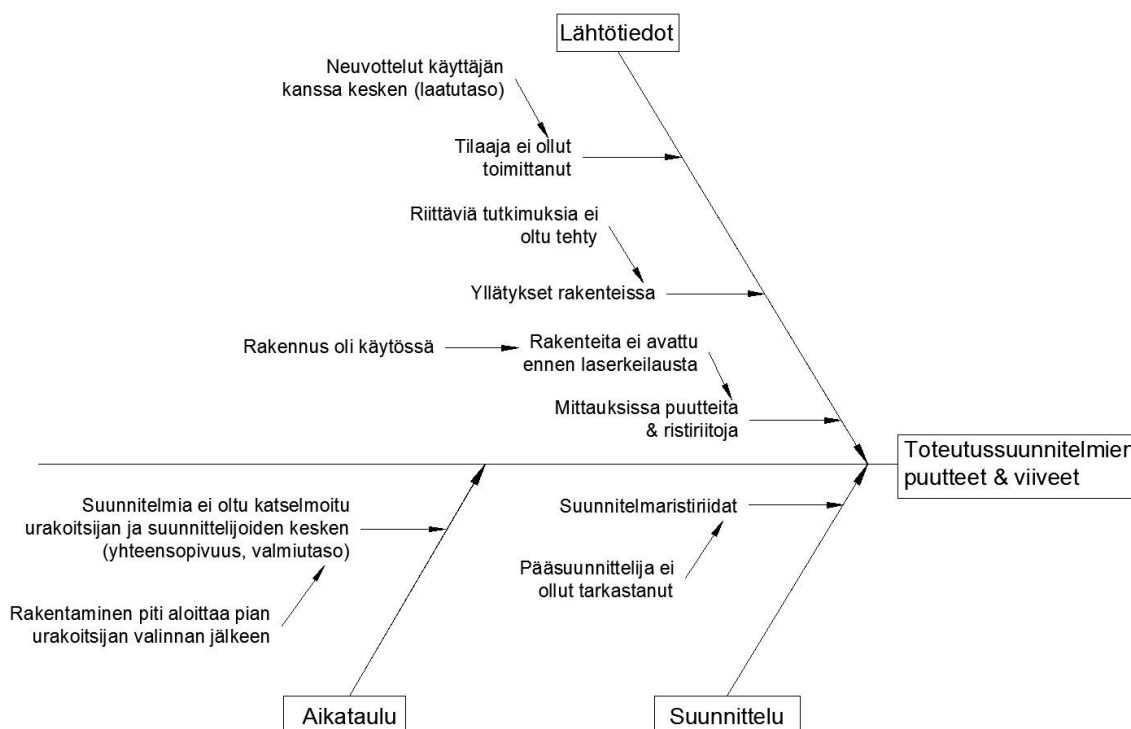
### **5.1.3 Onnistumiset**

Toteutusmuoto nähtiin sopivana tämän tyyppiseen hankkeeseen. Tilaaja näki positiivisena sen, että käytetyssä toteutusmuodossa reklamointeihin ei kulunut aikaa. Esimerkiksi suunnittelun aikatauluongelmat olisivat alun perin kaavaillussa jaetun urakan toteutusmuodossa näkyneet urakoitsijan reklamointeina, mutta nyt rakennuttaja ja urakoitsija pysyivät yhdessä etsimään ratkaisuja ongelmiin. Hanke valmistui haasteista huolimatta aikataulussa. (H1.1)

Tilaaja näki päätoteuttajan valinnan onnistuneena. Urakoitsijan valintaan kuului tarjoajien nimeämien työryhmien arviointi. Valitun urakoitsijan työnjohto oli pätevää ja sitoutunutta. Positiivista oli myös urakoitsijan avainhenkilöiden vähäinen vaihtuvuus. (H1.1) Sekä tilaaja että urakoitsija olivat sitä mieltä, että yhteistyö tilaajan, urakoitsijan ja rakennuttajakonsultin välillä toimi hyvin. (H1.1; H1.2)

### **5.1.4 Juurisyyanalyysi**

Juurisyyanalyysiin valittiin toteutussuunnitelmien puutteet. Juurisyyanalyysi on esitetty kalanruotokaavion muodossa kuvassa 12.



**Kuva 12.** Juurisyyanalyysi: suunnitelmien puutteet ja viiveet.

Juurisyyanalyysin perusteella suunnitelmien puutteisiin vaikutti monia tekijöitä, joista merkittävä osa liittyi lähtötietoihin. Mikäli rakennemittaukset oltaisiin saatu suoritettua tarkasti ja laadittua niistä luotettava rakennemalli, oltaisiin välttytty useiden asioiden uudelleensuunnittelulta ja rakenne- ja arkkitehtimallien ristiriitaa ei luultavimmin olisi ilmennyt. Laserkeilaukset oli tehty kalusteiden ja pintarakenteiden ollessa paikallaan, joten rakennuksen runkoa ei luotettavasti pystytty määrittämään mittauksista. Ongelma olisi ratkennut riittävillä rakenneavauksilla ennen mittauksia, mutta niiden tekeminen käytössä olevassa rakennuksessa on vaikeaa. Hankkeen aikataulun laatiminen niin, että käyttäjät poistuvat rakennuksesta ajoissa ennen rakentamisen alkua tai tarvittavien järjestelyjen tekeminen niin, että rakenneavauksia oltaisiin voitu tehdä käyttäjien ollessa paikalla, olisi voinut lieventää lähtötieto-ongelmia. Osaltaan lähtötietoviiveitä suunnitteluun aiheutti myös tilaajan ja käyttäjän väliset neuvottelut ratkaisujen laatusasta.

Hankkeen aikataulusuunnittelu epäonnistui suunnittelun osalta. Rakentaminen piti aloittaa pian urakoitsijan valinnan jälkeen, mistä johtuen urakoitsija ja suunnittelijat eivät ehtineet tekemään suunnitelmakatselmuksia. Aikataulun pettämisestä johtuen suunnitelmia ei myöskään sovitettu yhteen riittävän hyvin. Urakoitsija ja rakennesuunnittelija kuitenkin pitivät suunnitelmakatselmuksia tärkeinä, koska niissä olisi voinut tulla esille suunnitelmien täydennys- tai tarkennustarpeita, jotka nyt huomattiin vasta rakentamisvaiheessa ja viivästyttivät siten rakentamista. Urakoitsijan liittämistä hankkeeseen viivästytti myöhäinen päätös hankkeen toteuttamisesta allianssimallilla. Kun allianssiin siirtymisestä oli päätetty, urakoitsija pyrittiin saamaan mukaan mahdollisimman nopeasti.

## 5.2 Kansalliskirjaston peruskorjaus

Hankkeessa korjattiin vuonna 1845 käyttöönotettua Carl Ludvig Engelin suunnittelemaa kansalliskirjastoa, joka on esitetty kuvassa 13. Myös vuonna 1907 käyttöönotettua Rotunda-laajennusosaa korjattiin. Kohde on rakennushistoriallisesti erittäin merkittävä ja täysin suojeltu. Korjausten laajuus oli noin 8200 br-m<sup>2</sup> ja budjetti 19 milj. € (alv. 0%). (H2.1)



*Kuva 13. Kansalliskirjasto.*

Kohteessa talotekniikka uusittiin kokonaan LVI-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien osalta. Kellariin tehtiin aula- ja vaatesäilytystila, jonka rakentamisen yhteydessä tehtiin louhintatöitä. Kirjastosaleissa tehtiin merkittävä määrä entisöintitöitä, kuten kattomaa-  
lausten, kapiteelien ja puukirjahyllyjen restaurointi. (H2.1)

Toteutusmuoto oli projektinjohtourakka tavoitekustannuksella ja urakoitsijan muuttuvat toteutuskustannukset maksettiin toteutuneiden kustannusten mukaan. Suunnittelu oli kilpailutettu siten, että arkkitehti kokosi suunnitteluryhmän. Kyseessä oli kuitenkin jaettu suunnittelu, eli kukin suunnittelija oli erikseen sopimussuhteessa tilaajaan. Suunnittelun laskutusperuste oli tuntityö tavoitebudjetilla. (H2.1)

Kohdetta rakennettiin marraskuusta 2013 lokakuulle 2015 eli 24 kuukautta. Kohde otettiin käyttöön aikataulun mukaisesti eikä hankkeen budjetti ylittynyt merkittävästi. (H2.1)

### 5.2.1 Yllätykset rakenteissa

Kohteessa suurimmat aikataulu- ja kustannushaasteet aiheutuivat rakenteellisista yllätyksistä, joita oli paljon. (H2.2) Vanhaa ja arvokasta rakennusta oli tarkoituksenakin korjata

vähän kerrallaan varovaisesti sen mukaan, mitä löydöksiä tehdään purkamisen yhteydessä. Tämä vaikutti myös suunnitteluun rakentamisen aikana. Esiselvityksenä kohteessa oli laaja rakennushistoriaselvitys. Lisäksi tehtiin mittauksia laserkeilauksella ja haitta-ainekartoitus. (H2.1) Urakoitsija pääsi noin 2 kk ennen rakentamisen aloittamista rakennukseen tekemään rakenneavauksia ja valmistelemaan suojauksia. Tämä nähtiin hyvänä asiana ja rakentamisen valmisteluun oli riittävästi aikaa. (H2.2)

Merkittävimpiä esiin tulleita asioita olivat muun muassa kellarin louhintatekniikan vaihtaminen, perustusten vahvistustarve ja holvien halkeamat. Yläpohjaan oli alun perin suunniteltu vain ilmatiivistyskorjaus, mutta rakenteita tutkittaessa kävi ilmi, että holveissa oli pahoja halkeamia. Nämä jouduttiin korjaamaan. Myös kupoli oli huonossa kunnossa ja sitä vahvistettiin hiilikuituvanteilla. (H2.2)

Kellarissa yllätyksenä tuli se, että kantavia väliseiniä oli perustettu saven päälle. Nämä korjattiin lamellitekniikalla. Kellarissa tiilipilareita jatkettiin louhimalla. Louhinta piti alun perin tehdä kiilaamalla, mutta työtekniikka jouduttiin vaihtamaan sahaamiseen, joka oli hyvin hidasta ja kasvatti myös kustannuksia. Louhintatyöt kestivät kokonaisuudessaan noin vuoden. Louhintatyö viivästytti kellarissa tehtyjä töitä, mutta ne saatiin sovittua aikatauluun eikä kokonaisaikataulu viivästynyt. (H2.2)

### 5.2.2 Suunnittelu

Rakentamisen aikainen suunnittelu oli hankkeessa työlästä. Suunnitelmia muokattiin koko ajan rakentamisen edetessä mallikatselmusten avulla ja jokaista suunnitelmaa käsiteltiin mallin avulla. (H2.1) Mallikatselmuksissa olivat mukana museovirasto, suunnittelijat, tilaaja ja urakoitsija sekä tarvittaessa aliurakoitsijoita. Laatutaso määritettiin mallien avulla ja siten urakoitsija ja aliurakoitsijat saivat hyvän käsityksen vaadittavasta laatutasosta. Hankkeen aikana malleja tehtiin yhteensä satoja rakennuksen eri kohdista. Urakoitsija katsoi, että asioiden eteenpäin saamiseksi mallikatselemukset olivat välttämätön käytäntö. (H2.2)

Rakentamisen aikana työmaalle järjestettiin työpisteet rakenne- ja arkkitehtisuunnittelijoille. Näin esimerkiksi rakennesuunnittelija pystyi tekemään ratkaisuja pikaisesti, kun rakenneavauksia oli tehty. Toimintatapaan siirryttiin, koska rakentamisen aikana tuli paljon suunnitteluun liittyviä kysymyksiä, jotka piti ratkaista paikan päällä. (H2.1) Sekä tilaajan että urakoitsijan edustajat pitivät toimintatapaan siirtymistä hyvänä ratkaisuna ja tilaajan edustajan mukaan näin oltaisiin voitu toimia jo aiemminkin hankkeessa. (H2.2, H2.1)

Tilaajan mukaan suunnittelussa aiheutti jonkin verran viivettä myös päätöksenteon hitaus, joka johtui suuresta päätöksenteko-organisaatiosta ja suojelullisista tavoitteista. (H2.1) Suunnitelmia piti hyväksyttää museovirastolla, käyttäjällä sekä tilaajalla. Suunnitelmien aikatauluhaasteet vaikuttivat muun muassa urakoitsijan hankintoihin ja osa aliurakoista

jouduttiin hankkimaan tuntitöinä, vaikka oltaisiin haluttu käyttää kiinteähintaista urakkaa. (H2.2)

### 5.2.3 Onnistumiset

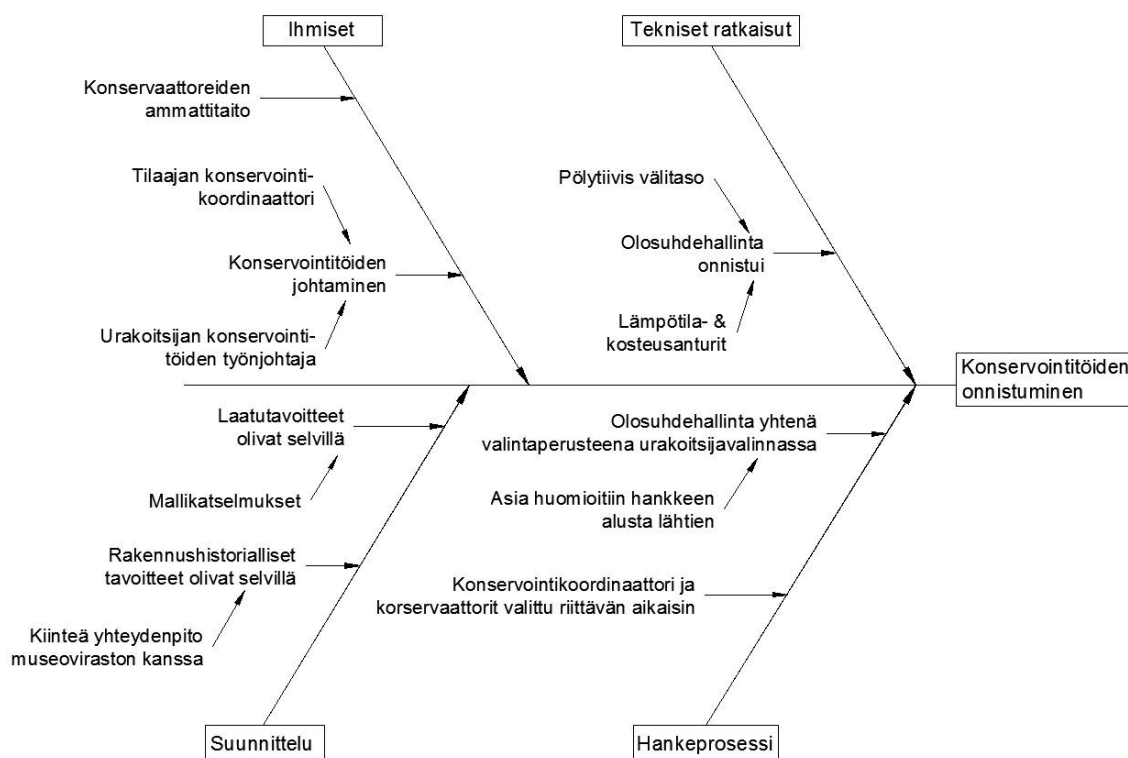
Kohde valmistui tavoitteiden mukaan ja sekä tilaaja että käyttäjä olivat lopputulokseen tyytyväisiä (H2.1). Urakoitsijan mukaan yhteistyö tilaajan, suunnittelijoiden, museoviraston ja konsulttien kanssa sujui hyvin (H2.2). Sekä tilaaja että urakoitsija pitivät hankkeen toteutusmuotoa sopivana hankkeelle. (H2.1, H2.2) Urakoitsijan mukaan tällaista hanketta olisi mahdotonta hinnoitella kiinteähintaiseksi urakaksi järkevällä tavalla (H2.2).

Olosuhdehallinta oli hankkeessa merkittävä tekijä rakennustöiden onnistumiselle, minkä vuoksi se oli otettu yhdeksi perusteeksi urakoitsijan valinnassa. Olosuhdehallintaan piti kehittää ratkaisu, jotta samaan aikaan voitiin ylhäällä restauroida mm. kattomaalauksia ja kellarissa tehdä louhintatöitä. Kirjastosaleissa päädyttiin työnaikaisten välipohjien rakentamiseen. Väliaikaisista välipohjista oli tarjouskilpailuaineistossa alustavat suunnitelmat. Tarjouspyyntöön vastaavien urakoitsijoiden piti tarjouksessaan esittää suunnitelmia olosuhdehallintaan liittyen. (H2.1) Tilaja ja urakoitsija olivat molemmat sitä mieltä, että olosuhdehallinnassa onnistuttiin hyvin (H2.1, H2.2). Tilaja piti hyvänä toimintatapana sitä, että olosuhdehallinta oli otettu mukaan tarjouskilpailuun ja että asiaan kiinnitettiin huomiota läpi koko hankkeen (H2.1).

Konservointityöt onnistuttiin tekemään hankkeessa sekä laadullisesti että aikataulullisesti tavoitteiden mukaisesti. Parhaimmillaan työmaalla oli yli 30 konservaattoria. Tilajalla oli oma konservointikoordinaattori ja urakoitsijalla konservointitöiden työnjohtaja. Tilajan konservointikoordinaattori oli jo ennen urakoitsijan liittämistä hankkeeseen konsultoinut konservointitöiden tekijöitä sekä valinnut osan konservaattoreista. Näin ollen urakoitsijan täytyi vain tehdä aliurakkasopimus konservaattoreiden kanssa. Onnistunut olosuhdehallinta, konservointitöiden johtaminen ja konservaattorien ammattitaito nähtiin syinä konservointitöiden onnistumiselle. (H2.2)

### 5.2.4 Juurisyyanalyysi

Konservointitöiden onnistuminen valittiin juurisyyanalyysin kohteeksi, koska se oli keskeinen ominaispiirre hankkeessa. Kuvassa 14 on esitetty kalanruotokaaviossa onnistumisen syitä.



**Kuva 14.** Juuri- ja vaikutusanalyysi: konservointitöiden onnistuminen.

Konservointitöiden onnistumisen mahdollisti se, että niiden tärkeys oli hankkeessa huomioitu alusta alkaen. Tilaaja liitti hankkeeseen riittävän ajoissa konservointikoordinaattorin, joka oli yhteydessä konservaatoreihin ennen rakentamisen aloittamista. Näin varmistettiin riittävä konservointiosaamisen saaminen hankkeeseen. Myös olosuhdehallinnan tärkeys konservointitöiden onnistumiselle tunnistettiin. Tämän mahdollistamiseksi suunnitteluvaiheessa päätettiin ehdottamaan rakentamisen aikaista pölytiivistä välitasoa. Tilaaja otti olosuhdehallinnan toteuttamisen mukaan urakoitsijan valintaperusteisiin, millä varmistettiin sen huomioiminen tuotannonsuunnittelussa ja rakentamisessa alusta lähtien.

Rakentamisen aikana olosuhdehallinnan onnistumiseen vaikuttaneita teknisiä ratkaisuja olivat edellä mainitut pölytiivinen välitaso sekä omat ilmanvaihtokoneet eri osille ja lämpötilan ja kosteuden seuranta. Konservointitöiden suunnittelussa mallien teko ja niiden katselmointi oli hyvä toimintatapa. Malleilla pystyttiin määrittämään laatutaso tarkasti ja sekä työnjohtajille, että konservaatoreille oli selvää, millaiseen lopputulokseen pyritään. Konservoinnin johtamiseksi tilaajalla oli konservointikoordinaattori ja urakoitsijalla oli oma konservointitöiden työnjohtaja.

### 5.3 Elisan pääkonttorin saneeraus

Hankkeessa kehitettiin Elisa Oyj:n pääkonttorin tiloja (kuva 15) vastaamaan heidän uusia tarpeitaan. Hankkeeseen kuului kahden vuosina 1988 ja 1989 valmistuneiden rakennus-

ten korjausta ja muutoksia tilajärjestelyjen, pintarakenteiden ja talotekniikan osalta. Kohteeseen kuului kaksi rakennusta, joiden laajuus yhteensä oli n. 14 000 m<sup>2</sup>. Hankkeella oli kaksi tilaajaa, koska rakennuksilla oli eri omistajat. Hankkeen budjetti oli 17 milj. € (alv 0%). Rakentamisaika oli kesäkuusta 2015 elokuuhun 2016 eli 15 kuukautta. (H3.1)



**Kuva 15.** Elisan pääkonttorin saneeraus.

Hanke oli käyttäjän ajoittama korjaus ja käyttäjät olivat rakennuksissa paikalla rakentamisen aikana. Tämän vuoksi korjaukset tehtiin kerroksittain ja rakentamisaikaan sijoittuneet kesät pyrittiin käyttämään rakentamiseen tehokkaasti, koska tällöin haitta käyttäjälle oli pienempi lomien vuoksi. Käyttäjien tarvitsemat väistötilat ja rakentamisesta aiheutuvien haittojen minimointi huomioitiin rakentamista suunniteltaessa. A-rakennuksessa tehtiin toimenpiteitä 1., 2., 3., 4. ja kellarikerroksessa. B-rakennuksessa korjattiin edellä mainittujen lisäksi 6. kerros. Korjausaste vaihteli kerroksittain ja eri tilojen välillä. Osassa tiloista tehtiin kevyt pintaremontti ja osassa kaikki pinnat uusittiin ja muutettiin tilajärjestelyitä. Myös talotekniikan, kuten ilmanvaihdon ja jäähdytyksen osalta korjausaste vaihteli kerroksittain. Osassa kerroksista kerroskanavointi rakennettiin kauttaaltaan uudelleen. Viemärit sukitettiin molemmissa rakennuksissa kokonaan. (H3.1)

Hankkeen toteutusmuoto oli yhteistoiminnallinen projektinjohtourakka tavoitebudjetilla. Suunnittelijat olivat sopimussuhteessa tilaajiin ja suunnittelu laskutettiin tuntityönä. Hanke oli kokonaisuudessaan onnistunut. Hanke valmistui aikataulun ja budjetin mukaisesti. Hankkeen aikana tehdyt 12 osavastaanottoa valmistuivat kaikki aikataulun mukaisesti. Käyttö ja rakentaminen onnistuttiin sovittamaan hyvin yhteen ja käyttäjätyytyväisyys oli rakentamisen aikana korkea. (H3.1)



### 5.3.1 Käyttäjän läsnäolo korjauksen aikana

Merkittävin ominaispiirre ja haaste tuotannolle oli käyttäjän läsnäolo rakennuksessa koko korjaamisen ajan. (H3.1, H3.2) Töiden rytmitys tehtiin käyttäjän ehdoilla sen mukaan, miten he pystyivät muuttamaan rakennusten sisällä ja vapauttamaan tiloja rakentajille. Kunkin kerroksen valmistuttua käyttäjät muuttivat tiloihin heti, jotta seuraavaa osakohdetta päästiin korjaamaan. Rakentamista aloitettaessa ei ollut vielä täysin selvää, miten kerrokset toteutetaan ja rakentamisen aikana niistä keskusteltiin käyttäjän kanssa ja tehtiin paljon muutoksia pohjapiirustuksiin. (H3.2)

Melu oli yksi merkittävimmistä haitoista käyttäjälle ja sen minimoiminen vaati suunnittelua. (H3.1) Meluavia töitä pyrittiin tekemään aikaisin aamulla ja jälleen normaalin työajan jälkeen. (H3.2) Meluavat työt pyrittiin tekemään suunnitelmallisesti ja tehokkaasti. Porauksia suunniteltiin esimerkiksi niin, että kaikki reiät oli merkitty valmiiksi ja kun tuli aika, jolloin voidaan porata, kaikki porat olivat käytössä samanaikaisesti. (H3.1)

Rakentamisen aikana tuli osassa kerroksissa yllätyksenä, että joillain alueilla oli toimintaa, jotka eivät sallineet yhtään häiriötä. Osa käyttäjän toiminnoista oli myös ympäri vuorokauden käynnissä. Tällaisten toimintojen osalta mietittiin ratkaisut niin, että käyttäjät pystyivät siirtymään muualle töiden ajaksi. (H3.1) Käyttäjän läsnäolo vaati rakentajilta huolellista ennakkosuunnittelua monien töiden osalta. Osa töistä vaati taloteknisten järjestelmien sulkemista. Näitä töitä tehtiin yöllä siten, että aamulla ennen kuin käyttäjä tuli paikalle, työt oli saatu tehtyä ja järjestelmä kytketty takaisin päälle. Urakoitsija teki työsuunnittelua käyttäjän kanssa aivan työvaiheen aloittamiseen saakka. Käyttäjän kanssa keskusteltiin työvaiheen aiheuttamista häiriöistä ja suunniteltiin rakentaminen siten, että käyttäjän ja rakentajien toiminta oli mahdollista samanaikaisesti. Työsuunnitelmista tehtiin työmaalle sopivan tarkkoja ja kohteen erityisominaisuudet huomioivia. (H3.2)

Urakoitsija näki positiivisena asiana sen, että käyttäjä tiedotti omia työntekijöitään poikkeuksellisen aktiivisesti rakennustöistä. Käyttäjätyytyväisyys rakentamisen aikana olikin korkea. Sitä mitattiin sähköisillä käyttäjäkyselyillä, joihin saatiin noin 350 vastausta kyselyä kohden. (H3.2)

### 5.3.2 Aikataulu

Urakoitsija oli mukana jo hankesuunnitteluvaiheessa kehittämässä hanketta ja laatimassa aikataulua. Aikataulu tehtiin käyttäjän ehdoilla ja siitä tuli hyvin tiukka. Tiukan aikataulun ja monen osavastaanoton vuoksi jatkuva aikatauluseuranta ja -ohjaus olivat tärkeässä osassa. (H3.1) Erityisesti ensimmäisissä osakohteissa aikataulu oli hyvin tiukka. Urakoitsijat joutuivat tekemään ylitöitä ja yötöitä, mikä nosti kustannuksia. (H3.2) Hankkeen aikana kuitenkin opittiin edellisistä vaiheista ja suoriutuminen parani rakentamisen edetessä. (H3.2, H3.1)

Toteutussuunnittelulle jäi lyhyt aika ja käyttäjä halusi muutoksia suunnitelmiin vielä myöhäisessä vaiheessa. Käyttäjä kuitenkin ymmärsi muutosten aikatauluvaikutuksen esikerkiksi tilattaessa erikoisvalaisimia, joiden toimitusaikaan ei pystynyt vaikuttamaan. (H3.2) Hankinnat ja toimitusajat määrittivät osakohteiden aikataulua ja tämä vaikutti myös suunnittelu-aikaan. Erityisesti suunnitteluketjun viimeisenä tulevan sähkösuunnittelun aikataulu oli usein tiukka. Sähköasennukset onnistuttiin kuitenkin tekemään aikataulun puitteissa. (H3.1)

Talotekniikkaurakoitsijan mukaan aikataulu oli kireä joka kerroksessa, eikä häiriöpelivaraa juurikaan ollut. Pääurakoitsija näki työmaan aikataulun pitävyyden olleen riippuvainen työmaajohdon avainhenkilöiden suorituksista. Näin ollen riskinä oli näiden henkilöiden joutuminen esimerkiksi sairauslomalle. Tämä riski ei kuitenkaan toteutunut. (H3.2)

### 5.3.3 Logistiikka

Logistisesti kohde oli haastava. Rakennuksen ulkopuolella ei ollut juuri ollenkaan varastotilaa. Materiaaleja pyrittiin pitämään työmaalla vain sen verran, mitä työn alla olevaan kerrokseen mahtui. (H3.2) Ongelmia varastotilassa tuli erityisesti, kun yksi osakohde saatiin valmiiksi, mutta toista ei oltu vielä aloitettu, eikä sinne voitu vielä varastoida työmaan materiaaleja. Ylempiä kerroksia varten työmaalle asennettiin rakennushissi. Myös sen sijoittaminen työmaalle aiheutti haastetta. (H3.1)

Käyttäjän toiminta huomioitiin myös logistiikkaratkaisuisissa. Esimerkiksi materiaalitoimituksia pyrittiin saamaan työmaalle aikaisin aamulla, jotta niistä ei aiheudu häiriötä. (H3.2) Kokonaisuudessaan logistiikkaongelmat saatiin ratkaistua hyvin. Parhaisiin ratkaisuihin pyrittiin pääsemään urakoitsijan, rakennuttajakonsultin, käyttäjän yhteistyöllä. (H3.1) Rakentamista aloitettaessa ei vielä ollut koko hankkeen läpi menevää suunnitelmaa, vaan logistiikkaratkaisuja kehitettiin rakentamisen edetessä. (H3.2)

### 5.3.4 Onnistumiset

Pääurakoitsija, talotekniikkaurakoitsija ja rakennuttajakonsultti pitivät toteutusmuotoa hyvänä (H3.2, H3.1). Positiivisena pidettiin sitä, että urakoitsijoiden sopimuksissa oli bonusjärjestelmä sanktioiden sijaan (H3.2). Oikealla tavalla rakennettu palkkiojärjestelmä edesauttaa hankkeen onnistumista (H3.1). Urakoitsijoiden suoriutumisesta mitattiin muun muassa aikataulun pitävyydessä, nollavirheluovutuksissa, käyttäjätyytyväisyydessä ja työturvallisuudessa. Loppuarvioinnin tulos oli täydet pisteet kaikilta arvostelluilta alueilta. (H3.2)

Melurajoitusten ja muiden työtä hankaloittavien tekijöiden vuoksi pääurakoitsija joutui tekemään tuntityösopimuksina aliurakoitsijahankintoja, jotka normaalisti oltaisiin tehty kiinteähintaisina. Jälkikäteen tarkasteltuna tämä osoittautui hyväksi hankintatavaksi,

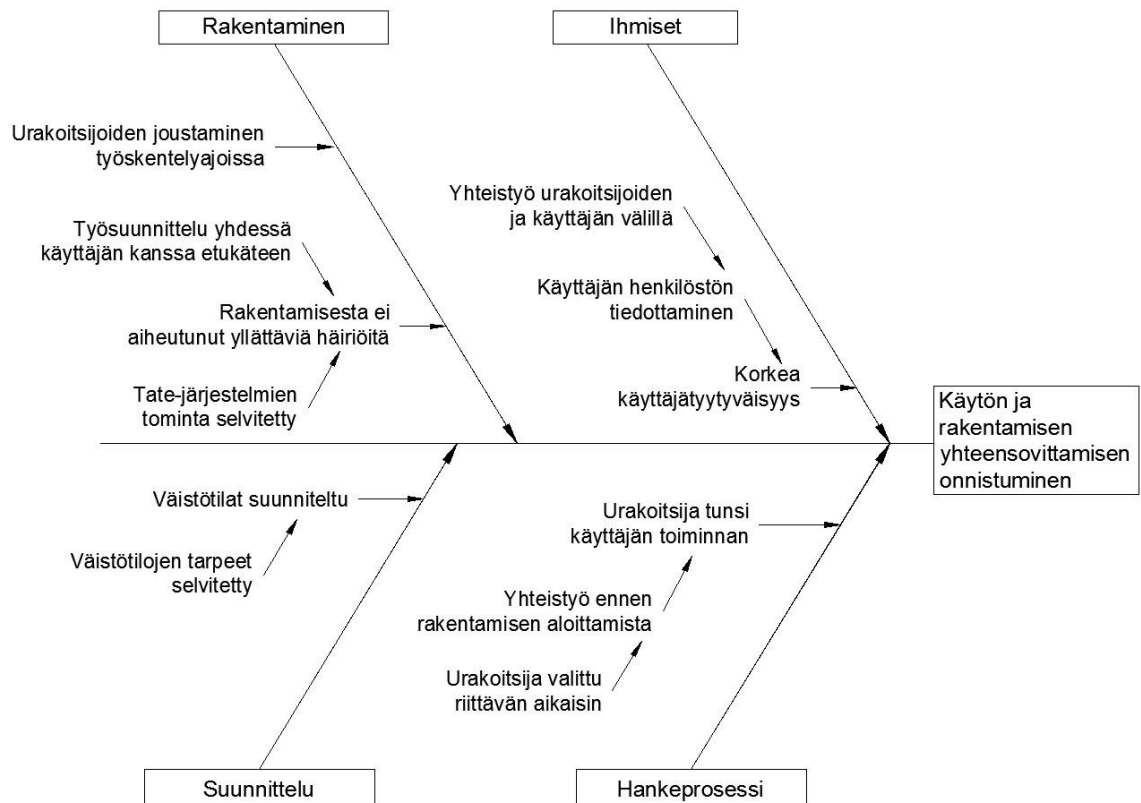
koska se helpotti yhteistyötä ja käyttäjämuutosten läpiviemistä. Pääurakoitsijan työnjohtajien ei tarvinnut käyttää aikaa tarkkojen urakkarajaliitteiden lukemiseen. Lisäksi esimerkiksi monimuotoisten alakattojen ja alakatto-otsien teettäminen kiinteähintaisena urakkana olisi lähtökohtaisestikin ollut haastavaa. Toteutusmuodossa pidettiin yleisesti-kin positiivisena sitä, että se kannustaa työsuoritusten eteenpäin viemiseen yhteistyössä, eikä resursseja käytetä tarkkojen urakkarajojen laatimiseen ja tulkitsemiseen. (H3.2)

Yhteistoiminnallisuutta pyrittiin korostamaan hankkeessa. Yhteisten tavoitteiden asettaminen sekä yhteishengen luominen onnistuivat hyvin ja tämän vuoksi kaikki hankkeen osapuolet olivat hyvin sitoutuneita hankkeeseen. (H3.1) Urakoitsijan mukaan tämä näkyi esimerkiksi siten, että urakoitsija pyrki toimittamaan lähtötietoja suunnittelijoille mahdollisimman kattavasti ja vastaavasti urakoitsijat saivat suunnittelijoilta ajoittain myöhään yöllä toteutussuunnitelmia, jotta aamulla työt voivat jatkua normaalisti. (H3.2)

Big Room –työskentelyä pidettiin onnistuneena. (H3.1, H3.2) Urakoitsija johti toteutussuunnitteluvaiheen Big Roomeja rakentamisen aikana. (H3.1) Big Room –työskentelyssä tärkeänä ja onnistuneena pidettiin sitä, että paikalla oli päätösvaltaisia henkilöitä. Big Roomeissa esiin tulleet asiat voitiin heti päättää ilman päätöksen vahvistamista jälkikäteen ja suunnittelu ja rakentaminen pääsivät etenemään. Oleellisena nähtiin Big Room –tilaisuuksiin valmistautuminen, jotta asioiden käsittely sujuu tehokkaasti. Toiminnassa haluttiin painottaa myös ratkaisukeskeisyyttä; kysymystä esitettäessä tuli samalla ehdottaa jotain ratkaisua asiaan. Big Room –työskentely edesauttoi myös hankkeessa toimineiden henkilöiden tutustumista toisiinsa ja kehitti yhteistyötä (H3.2).

### **5.3.5 Juurisyyanalyysi**

Haasteista huolimatta käyttö ja rakentaminen onnistuttiin hankkeessa sovittamaan hyvin yhteen ja sillä oli koko hankkeen onnistumiselle huomattava vaikutus. Tästä syystä asia valittiin käsiteltäväksi juurisyyanalyysissa, josta tehty kalanruotokaavio on esitetty kuvassa 16.



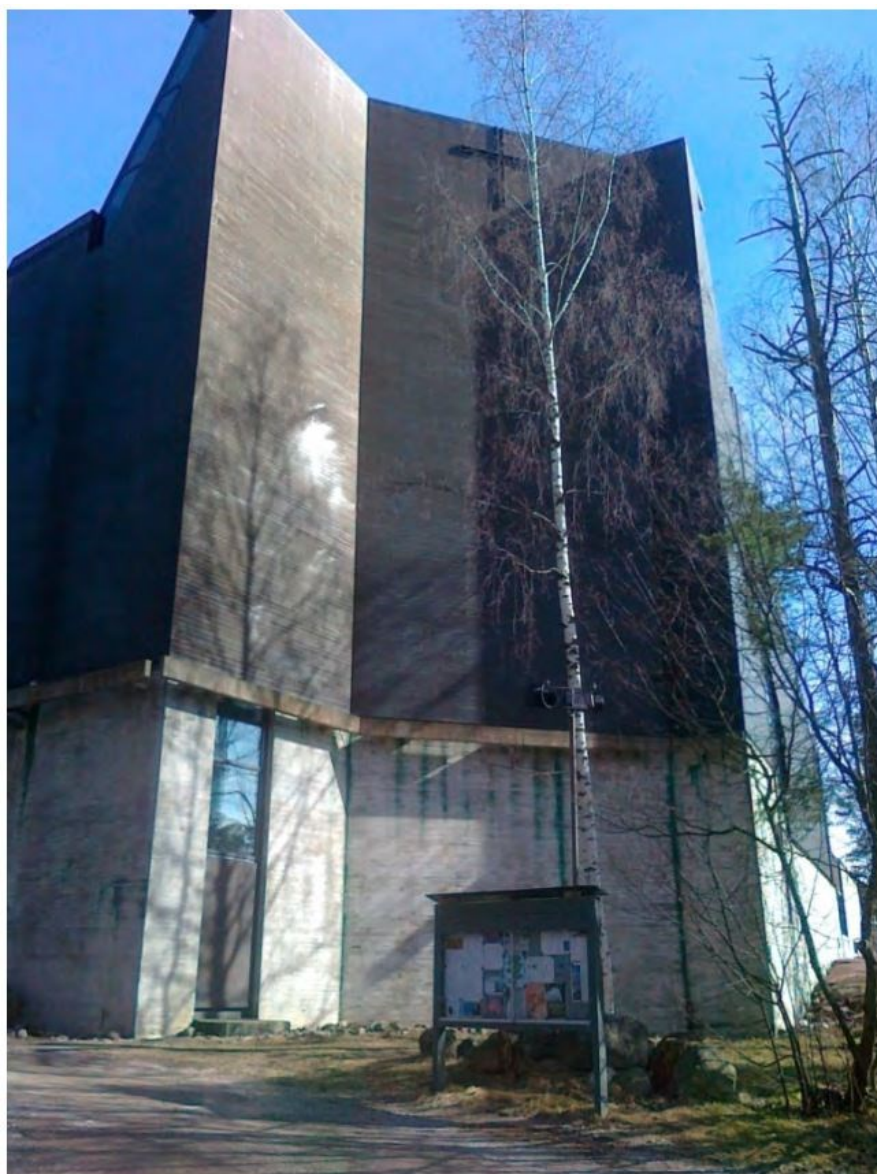
**Kuva 16.** Juurisyysanalyysi: käytön ja rakentamisen yhteensovittamisen onnistuminen.

Hankeprosessin kannalta onnistunutta oli urakoitsijan valinta riittävän aikaisin. Urakoitsija ja käyttäjä tekivät yhteistyötä ennen rakentamisen aloittamista, joten käyttäjän toiminta sekä heidän edustajansa tulivat urakoitsijalle tutuiksi, mikä helpotti yhteistyön tekemistä koko hankkeen aikana. Käyttäjän ja urakoitsijan tiivis yhteistyö mahdollisti käyttäjän koko henkilöstön aktiivisen tiedottamisen, mikä häiriöiden minimoimisen ohella johti korkeaan käyttäjätyytyväisyyteen.

Rakentamisesta ei juurikaan aiheutunut yllättäviä häiriöitä käyttäjälle, mikä johtui huolellisesta työsuunnittelusta käyttäjän kanssa. Ennen jokaisen työvaiheen aloitusta työsuunnittelua tehtiin käyttäjän kanssa. Urakoitsija kertoi rakentamisesta aiheutuvat häiriöt käyttäjälle, joka kertoi mitkä niistä ovat heidän kannaltaan hyväksyttävissä. Tämän jälkeen urakoitsija ja käyttäjä kehittivät yhdessä ratkaisut häiriöiden minimoimiseksi. Tärkeää oli myös tietoisuus taloteknisten järjestelmien toiminnasta, jolloin niissä ei tullut odottamattomia katkoksia. Häiriöiden minimoimiseksi urakoitsija jousti tarpeen tullen myös työskentelyajoissa.

## 5.4 Espoonlahden kirkon korjaus

Hankkeessa tehtiin kattava peruskorjaus Espoonlahden vuonna 1980 valmistuneeseen kirkkoon, joka on esitetty kuvassa 17 ennen peruskorjausta. Rakennuksen laajuus oli noin 2500 br-m<sup>2</sup> ja hankkeen budjetti noin 7,7 milj. € (alv 0%). (H4.1)



**Kuva 17.** *Espoonlahden kirkko.*

Merkittävin ominaispiirre korjauksessa oli kirkkosalin kattorakenne. Kirkkosalin katon liimapuupalkeissa oli vaurioita ja kattorakennetta oltiin tuettu teräspilarein. Vaurioista johtuen kirkon korjausta oltiin päätetty aikaistaa. Heinäkuussa 2015 hankkeen suunnittelun ollessa käynnissä kirkkosali asetettiin käyttökieltoon vaurioiden vuoksi. Peruskorjauksessa kirkkosalin katto uusittiin kokonaan kantavat rakenteet mukaan lukien. Vesi-kattorakenteita korjattiin myös rakennuksen muissa osissa. Rakennuksessa oli ollut sisäilmaongelmia ja näiden poistamiseksi kaikki läpiviennit ja alapohjaliitokset tiivistettiin sekä uusittiin eristeitä. Merkittävä työ oli myös julkisivun kupariverhouksen uusiminen alusrakenteineen. Perustuksiin asennettiin vedeneristeet sekä salaojat, joita varten tehtiin myös louhintatöitä. Talotekniikka uusittiin lähes täysin. (H4.1)

Toteutusmuoto hankkeessa oli yhteistoiminnallinen projektinjohtourakka. Tilaajalla oli kahdenväliset sopimukset rakennuttajakonsultin, urakoitsijan ja suunnittelijan kanssa.

Tämän lisäksi kyseiset osapuolet allekirjoittivat yhteisen yhteistoimintasopimuksen. Tilaaja hankki suunnittelun kokonaissuunnitteluna yhdeltä toimijalta ja suunnittelu laskutettiin tuntiperusteisesti. Hanke oli jaettu allianssimallin mukaisesti kehitys- ja toteutusvaiheisiin. Urakoitsija liitettiin hankkeeseen kehitysvaiheessa. Kohde ei ollut haastatte-  
luja tehtäessä vielä valmis. Kesäkuussa 2016 aloitettiin rakentaminen ja kohteen oli tar-  
koitus valmistua kesäkuun 2017 alkuun mennessä, mutta kirkkosalin osalta valmistumi-  
sen arvioitiin myöhästyvän noin kuukaudella. Rakentamisaika kokonaisuudessaan oli siis  
13 kuukautta. Valmistuminen budjetin puitteissa ei ollut haastatteluhetkellä vielä varmaa,  
mutta merkittäviä kustannusylityksiä ei ollut tiedossa. Tilaaja varautui kustannusten ylit-  
tymiseen 1-1,5 %:lla. (H4.1)

### 5.4.1 Vaativa kattorakenne

Kirkkosalin kattorakenne oli rakenteiltaan haastava korjattava. Katon rakenteissa on lii-  
mapuuta, betonia, terästä ja lasia. Katon korjauksessa haluttiin säilyttää alkuperäinen ark-  
kitehtuuri. Liimapuupalkit uusittiin ja lisäksi rakennetta vahvistettiin teräsristikoilla,  
jotka jäivät piiloon. (H4.1)

Kirkkosalin katon liimapuupalkkien asentamisessa oli monia haasteita. Rakennuksen mit-  
tamaailma ei ollut riittävän hyvin tiedossa palkkeja asennettaessa ja tämän vuoksi palk-  
keja jouduttiin mittaamaan paikalleen asentamisen yhteydessä. Palkkien linjoja jouduttiin  
myös muuttamaan rakentamisen aikana. Tämä viivästytti katon muiden osien suunnitte-  
lua, kun esimerkiksi kattoikkunoita ei voitu suunnitella ennen kuin palkkien paikat olivat  
varmistuneet. (H4.2) Sekä rakennuttajakonsultti että urakoitsija olivat sitä mieltä, että  
pintarakenteiden purkuja ja laserkeilauksia olisi pitänyt tehdä jo hankkeen kehitysvai-  
heessa (H4.1, H4.2). Tämä olisi edesauttanut kattorakenteiden suunnittelua ja 3D-mallin-  
nus oltaisiin pystytty viemään pidemmälle. Nyt kun laserkeilaukset oltiin saatu tehtyä,  
niin suunnitelmia oltaisiin tarvittu heti. Suunnittelijat olisivat kuitenkin tarvinneet noin  
kolme kuukautta aikaa. (H4.2)

Mittaustietojen puutteellisuuden vuoksi palkkien esivalmistusaste oli matala ja niitä jou-  
duttiin työstämään paljon työmaalla. Palkit tilattiin ylipitkinä ja ne katkaistiin oikeaan  
mittaan työmaalla. Päivässä saatiin tyypillisesti vain yksi palkki asennettua. Lisäksi suun-  
nitteluvirheen vuoksi palkkien reiät olivat liian pienet niihin asennettaville pulteille ja  
tämä jouduttiin korjaamaan työmaalla. (H4.2)

Merkittävää viivettä katon rakentamiseen aiheutti myös sääsuoja. Urakoitsija kertoi, että  
sääsuojatoimittajan mukaan suoja on helposti avattavissa, mutta urakoitsijan mielestä  
näin ei ollut. Urakoitsijan mukaan tyypillisesti työmaalla pyritään saamaan sääsuoja auki  
nostoja varten kello 7.00 mennessä. Tässä kohteessa sääsuoja oli yleensä saatu avattua  
vasta noin kello 14.00. Kirkkosalin sisäpuolelle päädyttiin ottamaan nostureita, jotta sää-  
suoja ei tarvinnut avata. Sääsuojahaasteiden syyksi nähtiin suuren sääsuojan tarve ja näi-

den toimittajien vähyys. Sääsuojatoimittajien kapasiteettia veivät myös toiset samanaikaiset suuret hankkeet, joissa sääsuojia tarvittiin. Lopulta urakoitsijalla oli vain yksi mahdollinen toimittaja sääsuojalle, joka oli pakko ottaa. Katonrakennustöiden viivästymisen vuoksi sääsuojaa ei saatu purettua ajallaan ja tällä oli merkittävä kustannusvaikutus. (H4.2)

## 5.4.2 Henkilövaihdokset

Hanke oli jaettu allianssimallin mukaisesti kehitysvaiheeseen ja toteutusvaiheeseen. Kehitysvaiheessa tilaaja kilpailutti suunnittelun ja urakoitsijan. (H4.1) Urakoitsija oli kehitysvaiheessa mukana noin vuoden ennen toteutusvaiheeseen siirtymistä (H4.2). Kehitysvaiheessa mukana olleet työpäällikkö ja vastaava mestari kuitenkin vaihtuivat ja hankkeen toteuttaneet työpäällikkö ja vastaava mestari tulivat mukaan kehitysvaiheen lopussa. Tästä vaihdoksesta aiheutui ongelmia suunnitteluun ja rakentamiseen ja hyötyä urakoitsijan mukana olosta kehitysvaiheessa menetettiin. (H4.1, H4.2)

Kehitysvaiheen aikana käytiin paljon keskustelua hankkeen osapuolten välillä ja kaikkia sovittuja asioita ei oltu kirjattu ylös, joten sovittuja asioita täytyi käydä uudelleen läpi hankkeen edetessä. (H4.2) Henkilövaihdokset näkyivät esimerkiksi urakoitsijan johtamissa suunnittelukokouksissa, joiden toimintatavat muuttuivat, kun urakoitsijan henkilöt vaihtuivat. Suunnittelijoilta vei jonkin verran aikaa omaksua uusi toimintatapa. (H4.1) Lisäksi julkisivun kupariverhous oli urakoitsijan aiemmin mukana olleiden henkilöiden kanssa sovittu hankittavaksi tuoteosakauppana, mutta tämä muutettiin perinteiseksi aliurakkahankinnaksi valmiilla suunnitelmilla. Urakoitsijan mukaan toimittaja tuoteosakauppaan olisi ollut hyvin vaikea löytää. Haasteena oli se, että suunnittelijat eivät olleet varautuneet kupariosien suunnitteluun. Julkisivun kuparityöt onnistuivat kuitenkin hyvin ja aliurakoitsijan asiantuntemus saatiin käyttöön myös toteutussuunnittelussa. (H4.2)

Urakoitsijan mukaan henkilövaihdokset vaikeuttivat myös kehitysvaiheessa ehdotettujen kustannussäästöjen toteuttamista. Kehitysvaiheessa mukana olleiden urakoitsijan edustajien ajatuksia säästökohteista ei oltu dokumentoitu, joten toteutusvaiheessa mukana olleiden vastaavan mestarin ja työpäällikön oli vaikea saada säästöt toteutumaan. (H4.2) Sekä tilaaja että urakoitsija olivat yleisestikin sitä mieltä, että budjettiin varatun riskivarauksen käyttöön oltaisiin voitu suhtautua tiukemmin. (H4.2, H4.1)

Suunnittelijoissa henkilövaihdoksia oli hankkeen aikana 5-6. Erityisesti LVI- ja sähkösuunnittelussa henkilövaihdoksista aiheutui tietokatkoksia. (H4.1)

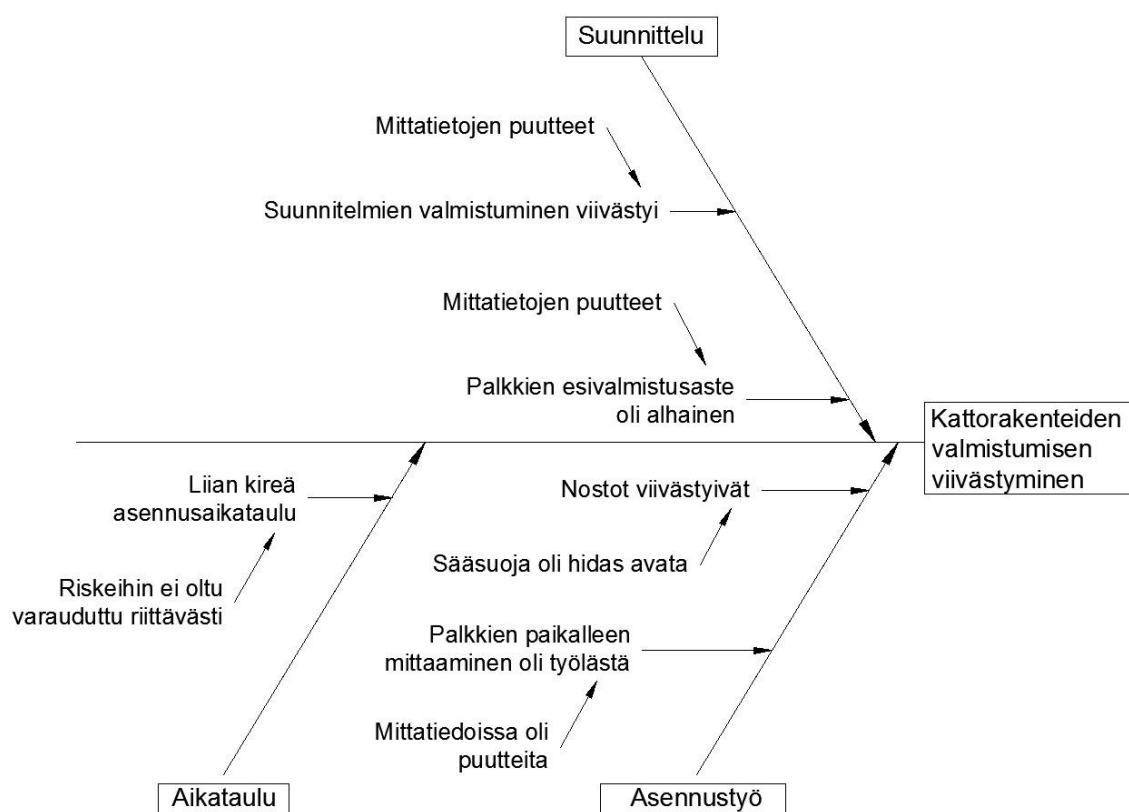
### 5.4.3 Onnistumiset

Tilaaja, rakennuttajakonsultti ja urakoitsija pitivät toteutusmuotoa hyvänä ja sopivana hankkeeseen (H4.1, H4.2). Urakoitsija näki positiivisena paremmat vaikutusmahdollisuudet kuin perinteisissä urakkamuodoissa (H4.2). Avoimuus ja yhteistoiminnallisuus toimivat hankkeessa hyvin. Perinteisiin urakkamuotoihin kuuluvaa lisä- ja muutostyökeskustelua haluttiin välttää ja jos kustannukset näyttivät ylittävän suunnitellut, niihin etsittiin yhdessä ratkaisuja. (H4.1)

Merkittävistä työvaiheista louhintatyöt ja julkisivun kuparityöt onnistuivat hyvin. Molemmissa töissä aliurakoitsijan valinnan katsottiin olleen onnistunut. Louhintatöistä saatiin lisäksi kustannussäästöjä, vaikka jouduttiin tekemään ylimääräinen pumppaamo. (H4.2)

### 5.4.4 Juurisyyanalyysi

Juurisyyanalyysiin valittiin kattorakenteiden valmistumisen viivästyminen. Kalanruoto-kaavio on esitetty alla kuvassa 18.



**Kuva 18.** Juurisyyanalyysi: kattorakenteiden valmistumisen viivästyminen.

Kirkkosalin kattorakenne oli haastava sekä suunnitella että toteuttaa ja säästettävien rakenteiden mittatietojen puutteet lisäsivät ongelmia. Mittatietojen puutteet johtivat suunnitelmien viivästy miseen ja liimapuupalkkien asentamisen työläyteen. Vaativa rakenne



huomioiden myös alun perin suunniteltu asennusaikataulu saattoi olla liian optimistinen, eikä riskejä oltu huomioitu riittävästi, mikä näkyi esimerkiksi sääsuojauksessa.

Suuren sääsuojan avaaminen vei aikaa, mikä osaltaan viivästytti liimapuupalkkien asennusten tekemistä. Sääsuojan hankinnassa oli haasteita, ja tarjoajien määrä oli pieni. Toisaalta epäselväksi jäi, olisiko markkinoilla ollut kyseisen kokoluokan sääsuojia, jotka olisivat olleet helpommin avattavissa, ja olisiko sellainen ollut mahdollista saada tähän kohteeseen, jos sääsuojan hankinta olisi aloitettu aiemmin.

## 5.5 Lahden kaupunginsairaalan peruskorjaus

Lahden kaupunginsairaalan peruskorjaus oli mittava peruskorjaushanke, joka toteutettiin kolmessa vaiheessa. Hanke oli tutkimusta tehtäessä vielä kesken. Kuvassa 19 on yleiskuva kohteesta työmaan ollessa käynnissä. Tutkimuksessa käsiteltiin käynnissä olevaa vaihetta, jossa kunnostetaan kohteen J, K ja A-osat. Kohteessa käyttötarkoitus muuttui siten, että korjattavissa osissa on ennen ollut vuodeosastotoimintaa, joka nyt muuttui terveysasemaksi. Korjausten laajuus käsiteltävässä hankkeessa on noin 14 500 br-m<sup>2</sup> ja budjetti noin 22 milj. € (alv. 0%). Kohteessa tehtiin mittava peruskorjaus. Sisäpuoliset rakenteet purettiin lähes kauttaaltaan runkoon asti ja käyttäjille rakennettiin uudet toimintaa palvelevat tilat. Myös talotekniikka uusittiin kokonaan. (H5.1)



**Kuva 19.** Lahden kaupunginsairaala, J-osa on kuvassa keskellä.

Kohteen vanhan osan julkisivu on ulkonäöltään suojeltu ja kohteeseen tehtiin rakennushistoriallinen selvitys. Suojeltua julkisivua ei kunnostettu hankkeen yhteydessä, mutta se kuitenkin otettiin huomioon korjauksissa siten, että julkisivua pyrittiin suojelemaan vaurioilta. Muilta osin kyseessä oli tavanomainen korjauskohde ja eri ikäiset osat ovat rakenteiltaan rakennusaikakaudelle tyypillisiä. (H5.1)

Hankkeen toteutusmuoto oli kiinteähintainen kokonaisurakka. Kaikki suunnittelusopimukset oli tehty tilaajan nimiin. Arkkitehtisuunnittelussa käytettiin tavoitehintaista las-kutyösopimusta ja muut suunnittelusopimukset olivat kiinteähintaisia. J- ja K-osissa purkutyöt oli tehty eri urakoitsijan toimesta ennen käsiteltävän hankkeen aloittamista. Hankkeen pääurakoitsija aloitti työt helmikuussa 2016 ja rakentamisen tulisi olla valmis heinäkuussa 2017. (H5.1) Hankkeen aikataulusta oli haastatteluja tehtäessä jääty jonkin verran jälkeen ja urakoitsijalle oli myönnetty 24 päivää lisäaikaa. Valmistuminen tämän lisäajan puitteissa oli vielä epävarmaa. (H5.2) Uudet lisäaikaneuvottelut olivat käynnissä ja samalla neuvoteltiin siitä, otetaanko kohde käyttöön kerralla, vai lohkoittain. (H5.1)

### 5.5.1 Yllätykset rakenteissa

Urakoitsijan mukaan yllätyksiä tuli rakentamisen aikana esille paljon. J- ja K-osissa, jossa purkutyöt oli tehty ennen hankkeen aloittamista, jouduttiin tekemään lisäpurkuja. Näistä puruista aiheutuivat melko mittavat lisätyöt ja lisäaika myönnettiin juuri tämän perusteella. (H5.2)

Haitta-ainepurkuja jouduttiin tekemään enemmän kuin haitta-ainekartoituksissa oli ilmennyt. (H5.2) Tilaaja oli sitä mieltä, että esimerkiksi hormeista löytynyttä asbestia ei haitta-ainekartoituksella ollut mahdollista löytää, kun rakennus oli käytössä. Löydöksestä ei kuitenkaan aiheutunut viivästystä rakentamisen kokonaisaikatauluun. (H5.1)

Vanhat piirustukset eivät pitäneet paikkaansa kaikilta osin. Esimerkiksi välipohja oli toteutettu massiivisempuna betonilaattana, kuin piirustuksiin oli merkitty. (H5.1) Huonekorkeus paljastui tämän vuoksi paikoin 10 cm luultua matalammaksi. Tämä aiheutti ongelmia talotekniikka-asennusten mahtumiseen alakaton yläpuolelle. Vesikatolla purkutyöt lisääntyivät, kun sieltä löydettiin rakennekerroksia, joita ei oltu merkitty vanhoihin piirustuksiin. (H5.2)

### 5.5.2 Suunnittelu

Urakoitsija koki merkittäväksi ongelmaksi suunnittelun johtamisen puutteen ja suunnitelmien yhteensopivuuden ongelmat. Pääsuunnittelijan vastuulla olevaa suunnitelmien yhteensovittamista ei oltu tehty riittävän hyvin. (H5.2) Tilaajan mukaan ongelmaa aiheutti myös yhden suunnittelijan resurssipula, mistä johtuen kaikkia suunnitelmien tarkastuksia ei oltu tehty riittävällä tarkkuudella. Tästä syystä suunnitelmiin oli jäänyt ristiriitaisuuksia, jotka hättäsivät toimintaa työmaalla. (H5.1)

Suunnitelmien lähtötiedot olivat osittain puutteellisia ja virheellisiä. Urakoitsijan mukaan tältä oltaisiin voitu välttyä, mikäli rakennus oltaisiin mitattu tarkemmin esimerkiksi laserkeilaamalla. Kohteessa tehtiin tietomallinnusta, mutta siitä ei tuotannon kannalta ollut juurikaan hyötyä. Urakoitsija tarjosi omaa tietomallintamiseen erikoistunutta tiimiään ti-

laajalle suunnittelun avuksi, mutta tätä ei otettu hankkeessa käyttöön. Urakoitsijan näkemyksen mukaan tietomallinnuksesta olisi ollut paljon etua hankkeen toteutuksessa, jos se oltaisiin onnistuttu hyödyntämään paremmin. (H5.2)

Erityisesti alkuvaiheessa ongelma oli myös se, ettei rakentamisen aikaiseen suunnitteluun oltu varauduttu riittävän hyvin ja suunnittelijoita oli vaikea saada työmaalle. Rakentamisen aikana otettiin käyttöön rakennesuunnittelijan viikoittainen käynti työmaalla. Erityisesti purkuvaiheessa rakennesuunnittelijan läsnäolo työmaalla nähtiin tärkeänä. Purkuvaiheessa esiin tulleita asioita pitää ratkaista ja tehdä niihin liittyviä suunnitelmapäivityksiä jatkuvasti, jotta työmaa pääsee etenemään häiriöttä. Urakoitsija näki ongelmallisena sen, että suunnittelijat olivat hajallaan ympäri Suomea ja heitä oli vaikea saada käymään työmaalla. (H5.2)

Urakoitsijan mukaan suunnitelmien puutteiden korjaaminen oli verkkaista. (H5.2) Tilaa-ajan mukaan työmaa ei reagoinut riittävän nopeasti suunnitelmien muutos- tai tarkennustarpeisiin. Ongelman arvioitiin johtuvan osittain pääurakoitsijan henkilöstön vähäisestä kokemuksesta. Tilaa-ajan mukaan pääurakoitsijan perehtyminen suunnitelmiin riittävän ajoissa olisi auttanut suunnitelmamuutosten haittojen minimoimisessa. (H5.1)

Myös talotekniikan reitityksiä jouduttiin suunnittelemaan uudelleen ja tekemään uusia läpivientejä. (H5.1) Uusi talotekniikka oli haastavaa sovittaa olevaan rakennukseen ja suurien välipohja-aukkojen paikkaa jouduttiin suunnitelmissa muuttamaan useasti. (H5.2) Näitä syistä aiheutui tarvetta suunnitelmien muutoksille, jotka pyrittiin tekemään mahdollisimman nopeasti. (H5.1)

Lattioiden tasaisuudessa oli suunnitelmissa vaadittu parasta mahdollista luokkaa. Tämän vuoksi lattiaa hiottiin tarkasti, mikä oli aikaa vievää. Urakoitsijan näkemyksen mukaan alemmallakin laatuvaatimuksella oltaisiin päästy hyvään tulokseen. Urakoitsija olisi voinut tuoda tämän näkemyksen tilaa-ajan tietoon tarjouslaskentavaiheessa, jolloin tilaa-ajan antama vastaus tulee kaikkien tarjoajien hyödyksi. Tarjouslaskentavaihe on yleensä kuitenkin hektinen, eikä sinä aikana välttämättä ehditä pyytää tarkennuksia tilaajalta tällaisiin asioihin tai niitä ei huomata. Tällaisissa tilanteissa olisi urakoitsijan näkemyksen mukaan mahdollisuus suuriin säästöihin siten, että lopputulos olisi ollut yhtä hyvä. (H5.2)

### **5.5.3 Aikataulu**

Urakoitsijan mukaan aikataulu tarjouskilpailun tulosten julkistamisen ja rakentamisen aloittamisen välillä oli hyvin kireä. Urakoitsijalla jäi vain noin kuukausi aikaa valmistautua rakentamiseen. Rakentamisen aloitus myöhästyikin hieman alle kuukaudella. Hankintojen kannalta aikataulun kireyttä lisäsi J- ja K-osissa etukäteen tehdyt purkutööt. Koska näillä osilla alettiin pian rakentamaan uutta, tarjouspyynnöt hankinnoista tuli saada hyvin nopeasti lähetettyä. (H5.2)

Hankkeen alussa aikatauluongelmaa aiheutti myös A-osan käyttö vielä rakentamisen alettua, koska tälle toiminnalle ei oltu vielä saatu väistötiloja. Yhdessä kerroksessa vastaanottopalvelut olivat käytössä vielä noin kaksi kuukautta rakentamisen alkamisesta. Purkutyöt eivät päässeet alkamaan ajallaan, mikä siirsi luonnollisesti koko tuotantoketjua eteenpäin. Vaikka haitta oli vain yhdessä kerroksessa, se heijastui myös muihin kerroksiin, kun välipohjien puhkaisuja ei voitu tehdä tästä kerroksesta ylöspäin tai alaspäin. Vieressä toimivaa sairaalaa ei myöskään oltu melun tuoton kannalta huomioitu. Urakoitsijoille ei oltu asetettu rajoitteita melun tuottamisen osalta, mutta purkuvaiheessa urakoitsija päätti rajoittaa meluavia töitä hoitajien taukojen aikana. Tästä ei kuitenkaan aiheutunut merkittävää aikatauluhaittaa. (H5.2)

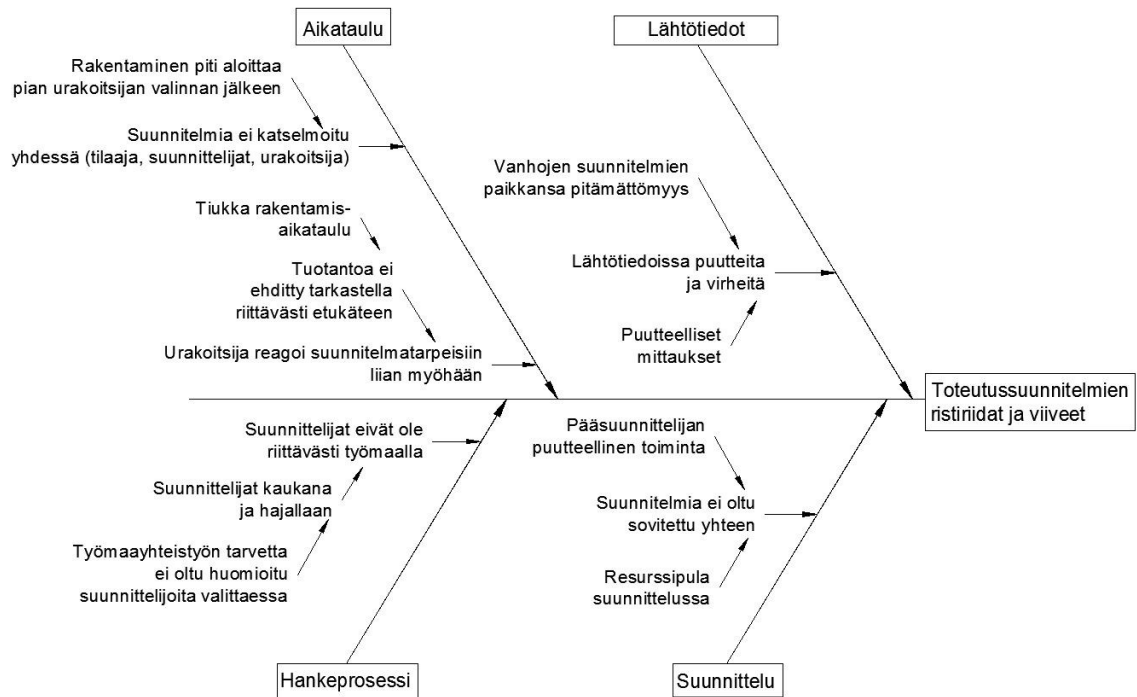
#### **5.5.4 Onnistumiset**

Neuvotteluyhteys tilaajan ja urakoitsijan välillä oli hyvä koko hankkeen ajan. Syynä tähän nähtiin hankkeessa mukana olleiden henkilöiden yhteistyökykyinen asenne. Tilaaja oli tyytyväinen myös rakentamisen laatuun. (H5.1) Urakoitsijan mukaan P1-puhtausluokan ylläpito onnistui hyvin. Myös työturvallisuus oli korkealla tasolla. (H5.2)

Työmaan vieressä oli sairaalatoiminta käynnissä. Tilaajan mukaan työmaa oli selkeästi rajattu ja pääurakoitsija onnistui toimimaan hyvin työmaan käytössä olleella alueella. Työmaasta ei myöskään ollut merkittävää haittaa muulle liikenteelle. Ainoastaan yhdeltä sivulta työmaa-alue ulottui jalkakäytävän puolelle. (H5.1) Sairaalan asiakkaita ja henkilökuntaa pyrittiin tiedottamaan mahdollisimman tehokkaasti käytettävissä olevista kulkureiteistä ja työmaan toiminnasta. (H5.2)

#### **5.5.5 Juurisyyanalyysi**

Suunnitteluun liittyvät haasteet valittiin juurisyyanalyysin kohteeksi, koska ne vaikuttivat rakentamiseen merkittävästi. Toteutussuunnitelmien puutteiden ja ristiriitojen juurisyitä on esitetty kuvassa 20.



**Kuva 20.** Juurisyyanalyysi: toteutussuunnitelmien puutteet ja viiveet.

Suunnittelutarvetta rakentamisen aikana nostivat puutteelliset lähtötiedot kohteesta, sillä osa vanhoista suunnitelmista eivät pitäneet paikkaansa ja rakennuksesta tehty mittaukset olivat puutteelliset. Lisäksi suunnitelmien yhteensopivuudessa oli puutteita, jotka huomattiin rakentamisen aikana. Heikkoon yhteensopivuuteen vaikuttivat pääsuunnittelijan puutteellinen suoritus sekä riittämättömät resurssit suunnittelussa.

Edellä mainittujen ongelmien ratkaisemista rakentamisen aikana hankaloittivat tiukka rakentamisaikataulu sekä se, ettei rakentamisen aikaiseen suunnitteluun oltu varauduttu riittävän hyvin. Rakentamisen oli määrä alkaa noin kuukauden kuluttua urakoitsijan valinnasta, joten yhteisille suunnitelmakatselmuksille ei ollut aikaa. Lisäksi rakentamisaikataulu kokonaisuudessaan oli tiukka. Kiireen vuoksi urakoitsija ei ehtinyt tarkastella suunnitelmatarpeitaan etukäteen ja myöhään paljastuneet puutteet ja ristiriidat haittasivat tuotantoa. Kun tarve suunnitelmien muutokselle ilmeni, niiden toteuttaminen oli hidasta. Rakentamisen aikaiseen suunnitteluun ei oltu varauduttu riittävästi. Tästä johtuen suunnitteluresurssit eivät olleet riittävät ja suunnittelijat sijaitsivat kaukana, joten heitä oli vaikea saada paikalle työmaalle.

## 5.6 Leppävaaran uimahallin peruskorjaus ja laajennus

Leppävaaran uimahalli on vuonna 1969 valmistunut Osmo Lapon suunnittelema uimahalli. Peruskorjatun uimahallin laajuus oli 4200 br-m<sup>2</sup> ja vesipinta-ala noin 600 m<sup>2</sup>. Vanhaan uimahalliin tehtiin raskas peruskorjaus siten, että lähes ainoastaan runko jäi ennalleen. Uimahallin arkkitehtonisesti arvostetut tila- ja rakenneratkaisut pyrittiin säilyttää.

mään ennallaan. Talotekniikka ja vedenkäsittelyjärjestelmä uusittiin kokonaan. Hankkeessa rakennettiin uimahallin yhteyteen uusi maauimala. Uimahallin ja maauimalan yhteisiä uusia tiloja rakennettiin n. 2700 br-m<sup>2</sup>. Hankkeen kokonaisbudjetti oli 23 milj. € (alv 0%). (H6.1)

Uimahallissa vanhojen altaiden rakenteet korvattiin uusilla teräsaltailla. Rakennuksen runko säilyi ennallaan, mutta julkisivuelementit ja vesikatto uusittiin kokonaan lämmöneristeineen. Julkisivu korjattiin vanhan ulkoasun mukaiseksi. Lisäksi vesikattorakenteita vahvistettiin, koska ne eivät täyttäneet nykyisiä lumikuormia koskevia normeja. Korjauksessa parannettiin myös uimahallin esteettömyyttä. Uuteen maauimalaan liittyen rakennettuja uusia tiloja ja rakenteita olivat sisääntuloaula, kahvio, puku- ja pesutilat, ulkoaltaat, pihan viherrakentaminen ja aurinkoterassit sekä paikoitus- ja liikennejärjestelyt. (H6.1) Laajennusosan ja uuden maauimalan osuus töistä oli suurempi kuin vanhan uimahallin korjaus (H6.2).

Hankeen toteutusmuoto oli kokonaishintainen jaettu urakka. Suunnittelijat olivat sopimussuhteessa tilaajaan kiinteähintaisella sopimuksella. Rakennusaika oli kaksi vuotta. Työt aloitettiin marraskuussa 2013 ja vastaanotto tapahtui 30.11.2015. Kohde valmistui aikataulun ja budjetin puitteissa. Järjestelmien toimintakokeet oli saatu tehtyä jo noin kuukautta suunniteltua aiemmin. Lisätöille tehty kustannusvaraus alitettiin. (H6.1)

### 5.6.1 Suunnittelu

Suunnittelu oli rakentamista aloitettaessa osittain kesken. Urakoitsija, tilaaja ja suunnittelijat toimivat yhteistyössä rakentamisen aikana saattaakseen suunnitelmat toteutusta ja hankintoja varten valmiiksi. Urakoitsija osallistui suunnitteluun enemmän kuin kiinteähintaisessa jaetun urakan toteutusmuodossa tyypillisesti. Ennen alakattourakan hankintaa niiden suunnitteluun otettiin alakattourakoitsija avuksi, jotta suunnitelmat saadaan valmiiksi. Kilpailutuksen kautta eri alakattourakoitsija tuli kuitenkin valituksi toteutukseen. Pääosin suunnitelmat kuitenkin saatiin tehtyä riittävän nopeassa aikataulussa, eikä suunnitelmien puuttumisesta aiheutunut rakentamiseen merkittävää viivettä. (H6.2) Arkkitehtisuunnitelmia jouduttiin täsmentämään ja tarkentamaan rakentamisen aikana, koska osa suunnitelmista oli liian viitteellisiä (H6.1). Rakennesuunnittelija työskenteli työmaalla kahtena päivänä viikossa, kun tehtiin uuden hallirakennuksen suurien betonirakenteiden raudoituksia ja paikallavaluja. Urakoitsija oli toimintatapaan tyytyväinen ja katsoi, että rakennesuunnittelija oltaisiin voitu ottaa pidemmäksikin aikaa työskentelemään työmaalle. (H6.2)

Teräsaltaat hankittiin urakoitsijan kautta. Urakoitsijan näkemyksen mukaan teräsaltaat olisi kuitenkin kannattanut hankkia tilaajan hankintana mahdollisimman aikaisin, esimerkiksi jo hankesuunnitteluvaiheen lopulla. Tämä olisi mahdollistanut suunnittelun viemisen pitemmälle ennen rakentamisen aloittamista, koska betonialtaiden koot muuttuivat

niiden sisään asennettavien teräsaltaiden koon ja detaljien mukaan. Betonialtaiden suunnitelmiin jouduttiin tekemään melko isoja muutoksia työn aikana. Suunnitelmia sovitettiin allastoimittajalta saatuihin allasdetaljeihin urakoitsijan johtamissa suunnittelupalaverissa, joita pidettiin kymmeniä. Urakoitsija katsoi, että suunnittelussa oltaisiin voitu säästää aikaa, mikäli allashankinta oltaisiin tehty aiemmin tilaajan toimesta. Urakoitsijan mukaan uimahallin rakentamista tulisi ajatella laitoksen rakentamisena, jossa laitoksessa toimiva prosessi eli tässä tapauksessa vedenkäsittely on keskiössä ja sen ympärille rakennetaan rakennus. (H6.2)

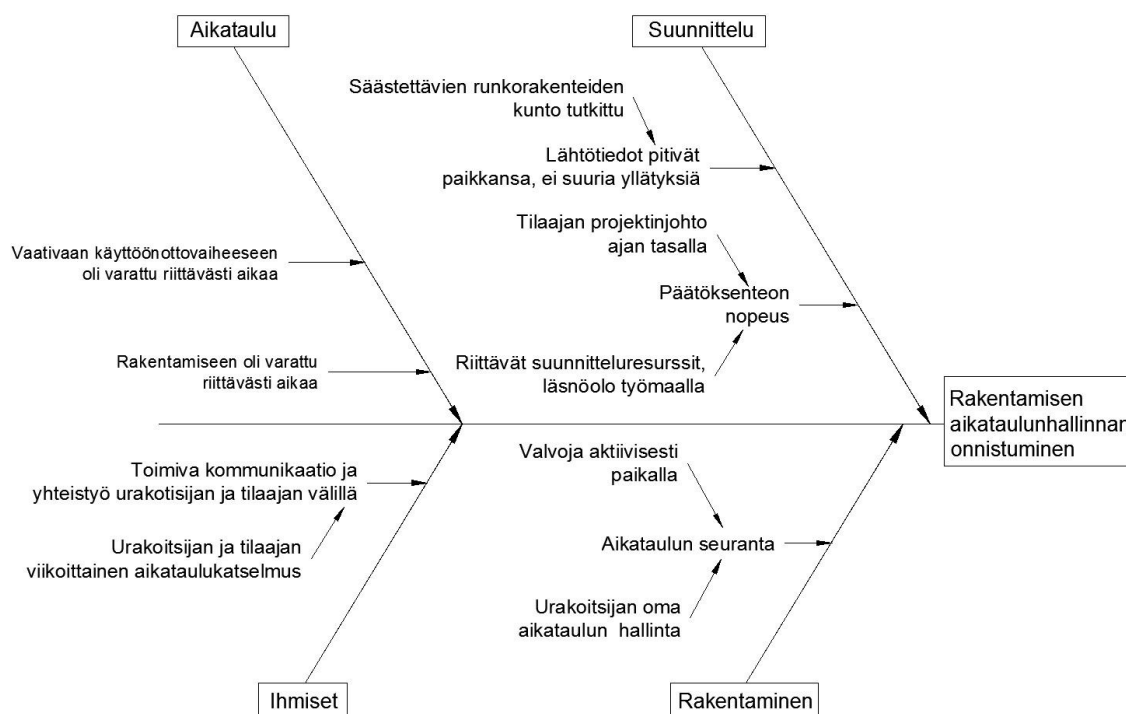
### **5.6.2 Onnistumiset**

Tilaaja piti omaa projektinjohtoaan hankkeessa onnistuneena. Tärkeänä pidettiin nopeaa reagointia ongelmiin ja hyvää päätöksentekovalmiutta, jota korjaushankkeessa tarvitaan jatkuvasti. (H6.1) Myös urakoitsijan mukaan tässä onnistuttiin (H6.2). Vanhan uimahallin rakenteiden kunto oli riittävän hyvin tiedossa, eikä rakenteista löytynyt juurikaan yllätyksiä (H6.1).

Tilaajan hankepäällikkö tarkasteli urakoitsijan kanssa runkovaiheen aikataulua viikoittain. Urakoitsija esitti arvioita rakentamisen etenemisestä ja mahdollisten viivästysten kiinnisaamisesta. Tilaajan mukaan vaativissa kohteissa yleisaikataulu ei ole tilaajalle riittävän tarkka, jotta aikataulua voidaan seurata luotettavasti. Aikataulunhallinta onnistui hankkeessa hyvin ja kohde valmistui aikataulussa. Myös laatutavoitteet saavutettiin. Tilaaja sekä uimahallin henkilöstö ja asiakkaat ovat olleet lopputulokseen tyytyväisiä. (H6.1)

### **5.6.3 Juurisyysanalyysi**

Rakentamisen aikainen aikataulunhallinta onnistui hankkeessa hyvin ja se otettiin juurisyysanalyysin kohteeksi. Kuvassa 21 juurisyitä on esitetty kalanruotokaavion muodossa.



**Kuva 21.** Juurisyyanalyysi: rakentamisen aikataulunhallinnan onnistuminen.

Aikataulun hallintaa edesauttoi se, että rakentamisvaiheelle oltiin varattu riittävästi aikaa hanketta suunniteltaessa. Lisäksi laitospäätöksen käyttöönottovaiheen vaativuus oli tunnistettu ja tälle oli varattu riittävästi aikaa. Rakentamisen taustalla aikataulun pitävyyden vaikutti hankkeen onnistunut suunnittelu. Rakentamisvaiheen kannalta tärkeää on, ettei korjattavasta kohteesta löydy merkittävästi aikatauluun vaikuttavia yllätyksiä. Tässä kohteessa säästettävän betonirungon kunto oli tutkittu hyvin. Suunnitteluasiat eivät viivästyttäneet tuotantoa, koska suunnitteluresurssit olivat riittävät rakentamisen aikana ja suunnittelijat olivat riittävästi läsnä työmaalla. Näin esiin tulleet asiat pystyttiin käsittelemään tehokkaasti.

Myös päätöksenteko oli nopeaa. Tilaajan projektinjohto oli jatkuvasti tietoinen hankkeen tilanteesta ja päätökset pystyttiin tekemään nopeasti. Tilaajan konsulttina toiminut valvoja oli aktiivisesti työmaalla. Lisäksi urakoitsijan oma aikataulunhallinta toimi hyvin. Viikoittaisissa aikataulupalavereissa tilaajan kanssa urakoitsija esitti työmaan tilanteen ja toimenpiteet mahdollisten viivästysten kiinni saamiseksi. Erityisesti vaativan paikallalavurungon osalta tämän toimintavan katsottiin vaikuttaneen aikataulun pitämiseen.

## 5.7 Teollisuuskatu 23-25 perusparannus

Hankkeessa tehtiin perusparannus Teollisuuskatu 23-25 kiinteistöön, joka on esitetty kuvassa 22. Kiinteistöön rakennettiin toimistotilat opetusvirastolle ja laajennettiin siellä jo olleita ammatillisen koulutuksen opetustiloja. (H7.1) Kiinteistössä on useita eri ikäisiä



osia, joista vanhimmat on rakennettu 1920-luvulla ja uusimmat 1980-luvulla (H7.2). Korjattavia tiloja oli yhteensä noin 26500 br-m<sup>2</sup>. Hankkeen budjetti kokonaisuudessaan oli 43 milj. € (alv. 0%). (H7.1)



**Kuva 22.** Teollisuuskatu 23-25.

Rakennukseen tehtiin kattava peruseränus. Sisäosissa uusittiin kaikki pintarakenteet ja tilajärjestelyihin tehtiin muutoksia. Irrallaan olevia pintalaattoja korjattiin injektoimalla. Talotekniikka uusittiin lähes täysin. Talotekniikkaa varten rakennuksen vesikatolle rakennettiin teräsrakenteinen lisäkerros, johon sijoitettiin ilmanvaihdon konehuoneita. Lisäksi tehtiin uusia talotekniikkakuiluja. Julkisivuja ei korjattu, mutta osa ikkunoista uusittiin. (H7.2)

Toteutusmuoto hankkeessa oli kiinteähintainen jaettu urakka. Suunnittelijat olivat sopimussuhteessa tilaajaan ja suunnittelu laskutettiin tuntityönä. Kohde ei ollut haastatteluja tehtäessä täysin valmis, mutta suunniteltu rakentamisaika oli 1.6.2015-30.6.2017 eli 25 kuukautta. Kohde oltiin suunniteltu luovutettavaksi kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tavoite oli luovuttaa opetusviraston toimistotilat käyttöön marraskuussa 2016, mutta tästä aikataulusta myöhästettiin noin kuukaudella. (H7.1) Myös toisen vaiheen valmistuminen myöhästyi noin kuukaudella. (H7.2) Haastatteluja tehtäessä tilaaja uskoi kohteen valmistuvan budjetin puitteissa (H7.1).

### 5.7.1 Suunnittelu

Suunnitelmien yhteensopimattomuus oli merkittävimpiä haittoja rakentamiselle. Useat suunnitelmat olivat keskenään ristiriidassa eri tavoin. Urakoitsijan mukaan tämä johtui osittain mittaustietojen puutteellisuudesta. (H7.2) Kohde oli osittain mallinnettu ja eri osista tehtiin eri tarkkuustason malleja. Täydellistä laserkeilausta ei tehty, koska se olisi tilaajan mukaan tullut liian kalliiksi. Lisäksi rakennus oli käytössä vielä suunnitteluvaiheessa. (H7.1) Suunnitelmia myös tarkennettiin paljon rakentamisen aikana. Urakoitsijan mukaan kiinteähintaisessa urakassa suunnittelun tulisi olla huomattavasti pidemmällä, kuin mitä tässä hankkeessa oli rakentamista aloitettaessa. Etenkin rakennesuunnitelmat eivät olleet sellaisella valmiustasolla, että urakoitsija olisi pystynyt hankkimaan aliurakoitsijoita niiden avulla. Aikataulu urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloittamiseen oli tiukka ja suunnitelmien keskeneräisyys lisäsi ongelmia rakentamisen aloittamisessa. (H7.2)

Suunnitelmien tarkennustarve ja ristiriidat huomattiin usein urakoitsijan hankintoja tekevien henkilöiden toimesta. Suunnitelmilla ei pystynyt rakentamaan, ne olivat vaikeasti ymmärrettäviä ja lisäksi niissä oli esitetty käytettäväksi tuotteita, joita ei ollut enää saatavilla. Tuotemuutosten hyväksyttäminen suunnitelmiin oli urakoitsijan mukaan työlästä. (H7.2) Tilaaajan mukaan urakoitsijan tulee kertoa suunnitelmatarpeensa riittävän ajoissa, jotta suunnittelijalle jää riittävästi aikaa tarvittavien täsmennysten suunnitteluun. Usein suunnitelmatarkennuksilla on kuitenkin kiire. (H7.1)

Urakoitsijan mukaan suunnitelmien rakennettavuutta ei oltu otettu riittävästi huomioon. Alun perin esimerkiksi uusien laajennuksina tehtyjen IV-konehuoneiden lattiat piti valaa kevytsorabetonista, joka oltaisiin jouduttu kuljettamaan jassikoilla sääsuojan alle. Menetelmä olisi ollut erittäin työläs. Materiaali vaihdettiin tavalliseen betoniin, joka pystyttiin valamaan pumppaamalla. Lisäksi oli suunniteltu säästettäväksi sellaisia rakenneosia, joiden säästäminen ja suojaaminen rakentamisen ajaksi ei ollut kannattavaa. Aikataulullisesti ja taloudellisesti päästiin parempaan tulokseen purkamalla ja uusimalla tällaiset rakenteet. Urakoitsija katsoi myös, että kaikilta osin valitut materiaalit eivät olleet parhaita mahdollisia, vaan markkinoilta olisi löytynyt sopivampia ja edullisempia materiaaleja. (H7.2)

### 5.7.2 Logistiikka

Kohde oli logistisesti haastava. Rakennus täyttää tontin lähes kokonaan lukuun ottamatta pientä sisäpihaa, joka otettiin työmaan käyttöön. Katualueita jouduttiin vuokraamaan Teollisuuskadulta ja Töysänskadulta. Etenkin Teollisuuskadulla kevyen liikenteen väylä on vilkkaasti liikennöity, eikä sitä sen takia voitu sulkea kokonaan työmaan ajaksi. (H7.2)

Eniten haittaa ulkopuolisille on aiheutunut siitä, että työmaan tavarankuljetusreitin kohdalla on linja-autopysäkki. Vilkkaasta liikenteestä linja-autopysäkin kohdalla aiheutui riskejä jalankulkijoille ja pyöräilijöille. Tämä reitti oli kuitenkin työmaalle ainoa mahdollinen. (H7.2)

Kuorma-autojen ei ollut mahdollista odottaa lastin purkamista työmaalla ja ruuhkia pyrittiin välttämään ottamalla hankkeeseen logistiikkaurakoitsija. Heillä oli käytössä sähköinen vuoronvarausjärjestelmä, johon tavarantoimittajat merkitsivät toimitusaikansa. (H7.2) Tilaaajan näkemyksen mukaan sisäpiha oli työmaan aikana epäsiisti logistiikkaurakoitsijasta huolimatta (H7.1).

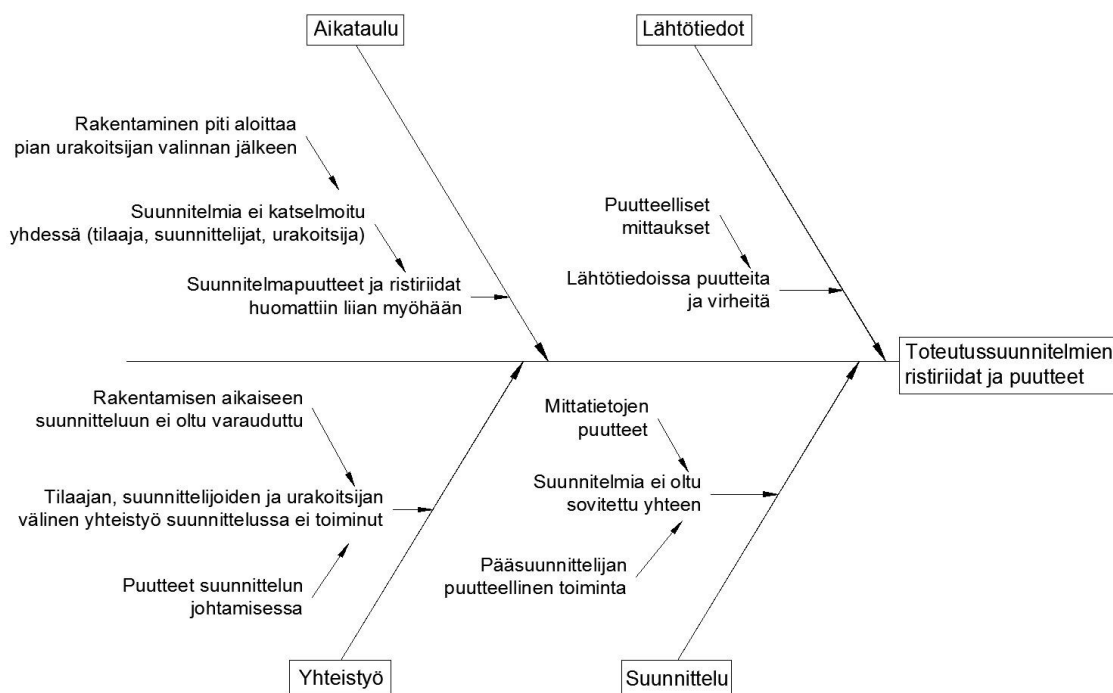
### **5.7.3 Onnistumiset**

Logistisista haasteista huolimatta liikennejärjestelyjen muutokset ja haitat kiinteistöä ympäröiville liikennealueille olivat kokonaisuudessaan vähäisiä. Ympäröivät katualueet pysyivät siistinä rakentamisen aikana. (H7.1)

Rakentamisen työturvallisuus oli melko hyvällä tasolla. Haastatteluja tehtäessä TR-mittausten tulostavoite 92 oltiin saavuttamassa. (H7.1) Rakentamisesta ei ollut haittaa ensimmäisessä vaiheessa käyttöön otetulle opetusviraston tiloille. Työmaa onnistuttiin erottamaan hyvin käytössä olevasta alueesta. Suunnitelmiin ei myöskään tullut muutoksia käyttäjistä johtuen. (H7.2)

### **5.7.4 Juurisyyanalyysi**

Juurisyyanalyysi tehtiin suunnitteluun liittyvistä ongelmista rakentamisen aikana. Kuvassa 23 analyysi on esitetty kalanruotokaavion muodossa.



**Kuva 23.** Juurisyyanalyysi: toteutussuunnitelmien ristiriidat ja puutteet.

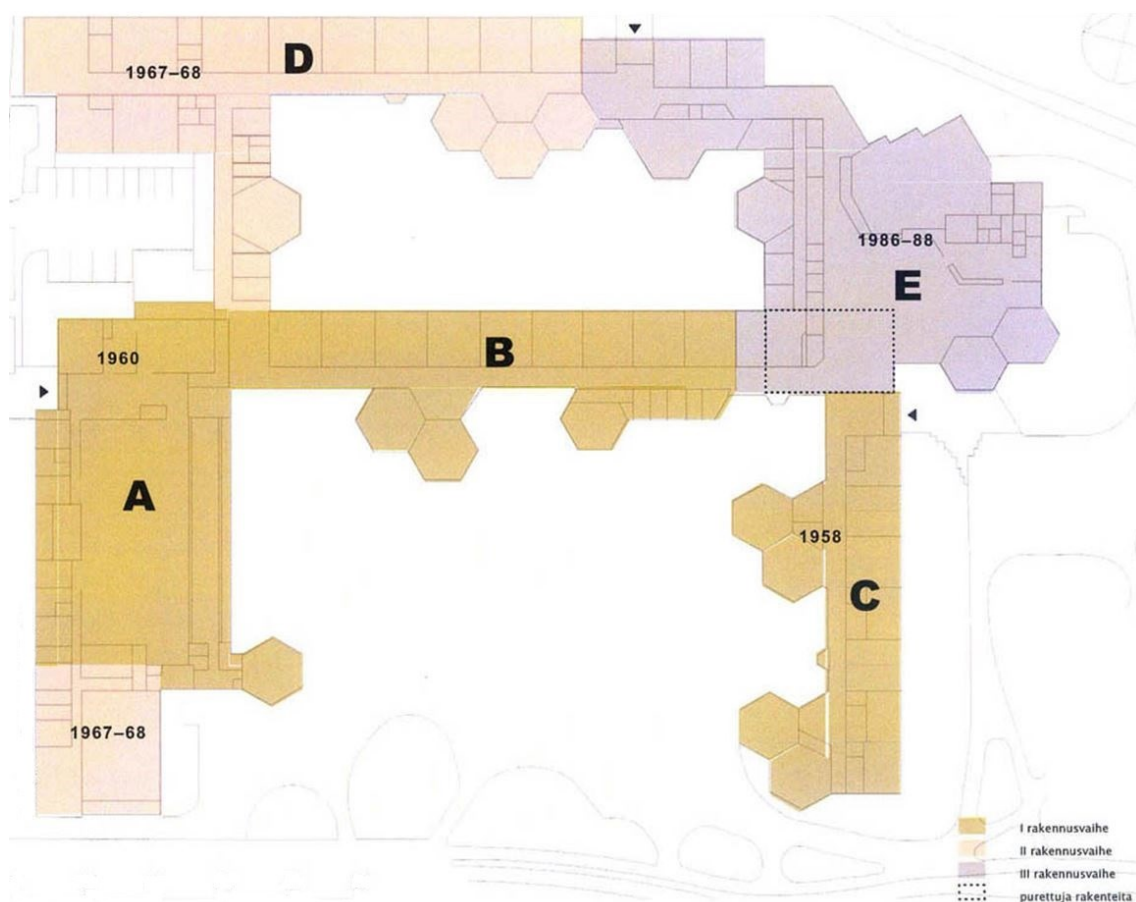
Suunnitelmien ristiriidat olivat ongelmana hankkeessa ja yhdeksi syyksi nähtiin pääsuunnittelijan puutteellinen toiminta yhteensopivuuden varmistamisessa. Toisaalta myös puutteelliset mittatiedot vaikeuttivat yhteensopivien suunnitelmien laatimista ja muutoksia jouduttiin tekemään mittatietojen tarkentuessa rakentamisen aikana. Tämä taas aiheutti valmiiden toteutussuunnitelmien viivästymisen.

Merkittävä ongelma oli myös suunnitteluyhteistyön toimimattomuus rakentamisen aikana ja puutteellisten suunnitelmien saattaminen valmiiksi oli työlästä. Rakentamisen aikaiseen suunnitteluun ei oltu varauduttu riittävän hyvin ja toimintatavat suunnitelma-asioiden käsittelyyn eivät olleet selkeitä. Suunnitelmia ei oltu katselmoitu yhdessä tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa ennen rakentamisen aloitusta, koska aikataulu urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloittamiseen oli tiukka. Tämä vaikutti siihen, että urakoitsija huomasi tarvittavat suunnitelmatäydennykset ja muutokset vasta rakentamisen aikana, jolloin niiden tekemiseen jäi liian lyhyt aika.

## 5.8 Tapiolan koulun peruskorjaus

Hankkeessa perusparannettiin ja rakennettiin osittain uudestaan Tapiolan koulu ja lukio. Kohde ei ollut kaavassa virallisesti suojeltu, mutta se on rakennushistoriallisesti ja kaupunkikuvallisesti merkittävä, joten arkkitehtuuri haluttiin säilyttää. Rakennuksen koko ja muoto oli asemakaavassa merkitty säilyviksi. Rakennukseen kuuluneista 1960-luvulla käyttöön otetuista A, B, C ja D-osista A-osaan tehtiin kattava perusparannus. B, C ja D-osat purettiin perustuksineen ja rakennettiin vanhan arkkitehtuurin mukaisesti uudelleen. 1980-luvulla valmistunut E-osa säästettiin ja siihen tehtiin perusparannus. Rakennuksen

osat on esitetty kuvassa 24. Korjattujen rakennusosien laajuus oli yhteensä noin 6200 br-m<sup>2</sup>. Uudelleen rakennettavien osien laajuus oli 4100 br-m<sup>2</sup>. Hankkeen budjetti oli 32,6 milj. € (alv 0 %). (H8.1)



**Kuva 24.** Tapiolan koulu.

Säilytetyissä rakennusosissa korjausaste oli korkea. Vanhat rakenteet purettiin kokonaan kantavaa runkoa lukuun ottamatta. Ulkovaipan eristeet, julkisivut ja vesikattorakenteet uusittiin. Rakennuksessa oli ollut kosteusongelmia, joten terveysriskin poistamiseksi sisätiloihin ei haluttu jättää mitään vanhoja materiaaleja. Korjauksessa parannettiin myös rakennuksen energiatehokkuutta. Merkittävä työ oli myös uutta talotekniikkaa varten rakennuksen alle rakennetut kanaalit, joista tehtiin talotekniikan nousut tiloihin.

B, C ja D-osat oli alun perin perustettu saven päällä olevan hiekkakerroksen päälle, mistä oli aiheutunut rakennukseen vaurioita. Nämä perustettiin uudelleen rakentamisen yhteydessä porapaaluille. A-osa oli perustettu kantavan maan päälle ja E-osa paalutettu, joten niissä ei ollut yhtä vakavia perustusongelmia, mutta perustusten vahvistuksia tehtiin. (H8.1)

Hanke toteutettiin kiinteähintaisena jaettuna urakkana. Suunnittelu oli myös kilpailutettu kiinteähintaisena ja suunnittelijat olivat sopimussuhteessa tilaajaan. Rakentamisaika oli

22 kuukautta elokuusta 2014 toukokuun 2016 loppuun ja hanke valmistui aikataulun mukaisesti. Lisäksi alkuperäinen 32,6 miljoonan euron budjetti alittui noin 1,3 miljoonalla eurolla. (H8.1)

### 5.8.1 Monimuotoisuus ja tekniset ominaisuudet

Merkittävät haasteet hankkeessa liittyivät rakennuksen monimuotoisuuteen ja teknisiin ominaisuuksiin. Monimuotoisuudesta johtuen työt eivät toistuneet samanlaisina rakennuksen eri osissa ja urakoitsijan työsuunnittelun määrä oli suuri. (H8.2) Teknisistä ominaisuuksista haasteita aiheuttivat kuusikulmion muotoiset rakennusosat, purettujen osien rakentaminen uudelleen säästettyjen osien yhteyteen ja yllätykset pohjaolosuhteissa. Kuusikulmion muotoiset osat tehtiin paikallavaluna puhdasvalupintana ja ne aiheuttivat haasteita myös seinien ja alakattojen rakentamiseen. (H8.1) Myös sääsuojaus vaikutti tuotantoon, koska kohde ositeltiin sääsuojan koon mukaan. Mikäli suuremman jännevälin sääsuojaratkaisuja olisi ollut saatavilla, kohde oltaisiin voitu lohkottaa suurempiin osiin. (H8.2)

Uudelleen rakennettavien osien mitoitus vanhojen osien väliin oli haastavaa. Liityntä ratkaistiin niin, että uusien elementtirakenteiden ja säästettävän rakennusosan väliin jätettiin paikallavalukaista, joka valettiin viimeisenä. Urakoitsijan mukaan tässä ja myös muissa asioissa rakennettavuus oli melko hyvin huomioitu suunnitelmissa. Mikäli ongelmia oli, niin ne käytiin yhdessä läpi ja urakoitsijan näkemykset huomioitiin. (H8.2)

Merkittävä vaikutus perustustöihin oli kalliopinnan sijainnin paljastuminen huomattavasti luultua alemmaksi. Pohjatutkimuksissa kairaukset oli ulotettu moreenikerrokseen, jonka alla kallion oletettiin olevan. Paalutuksia aloitettaessa paljastui kuitenkin, että kyseessä oli moreenipatja kahden savikerroksen välissä ja kallion pinta oli syvemmällä. Tämä lähes kaksinkertaisti porapaalutuksen metrimäärän. (H8.2) Paalutustöiden lisääntymisen aikatauluvaikutus muihin töihin haluttiin välttää, joten paalutuksia tehtiin ylitöinä, joiden kustannukset tilaaja maksoi. Aikataulun kiinnisaaminen seuraavissa työvaiheissa olisi ollut haastavaa ja vaatinut tuotannon uudelleen suunnittelua. (H8.1)

Paalutusten lisääntymistä lukuun ottamatta yllätyksiä ei tullut kohteessa merkittävässä määrin. Säästettyjen betonirunkojen kunto oli melko hyvin tiedossa, joskin joitain vahvistustarpeita ilmeni rakentamisen aikana. Rakennus oli ollut tyhjillään yli vuoden ennen rakentamisen aloittamista, joten rakenteita oltiin päästy avaamaan ennen rakentamista. (H8.2)

### 5.8.2 Logistiikka

Työmaasta johtuen alueelle jouduttiin tekemään joitain erityisjärjestelyjä liikenteelle. Työmaan vieressä ja osittain sen läpi kulki kevyen liikenteen väylä, jolle tehtiin kiertoreitti rakentamisen ajaksi. Myös vieressä olevan kulttuurikeskuksen pelastustielle ja tavarakuljetusreitille tehtiin väliaikaisjärjestelyt. (H8.1)

Vaikka työmaan tontti oli suuri, kohde oli logistisesti haastava. Rakennuksen koko kerrosala oli yhdessä kerroksessa, joten rakennus vei paljon tilaa tontilta. Kanaalikaivannot ja pohjaviemäreiden uusiminen alueella aiheuttivat sen, että suuri osa pihasta kaivettiin auki. (H8.2) Tontilla oli paljon suojeltuja mäntyjä, ja niiden kaatamista pyrittiin välttämään. Puiden kaadosta piti aina myös pyytää erillinen lupa. Puut aiheuttivat ahtautta tavarantoimittajille ja betoniautoille. (H8.1)

Edellä mainituista syistä tilaa varastoinnille oli työmaalla vähän. Tästä syystä toimitukset pyrittiin saamaan työmaalle just-in-time periaatteella, jottei välivarastointia työmaalla tarvittu mahdollisimman vähän. Työmaa-alueen sisällä urakotisija hoiti logistiikka-asioiden suunnittelun itsenäisesti ja haasteista huolimatta logistiikka saatiin toimimaan melko hyvin. (H8.2)

### 5.8.3 Onnistumiset

Suunnittelu oli hankkeessa onnistunutta. Rakentamista aloitettaessa suunnitelmien valmiustaso oli riittävä ja niillä voitiin aloittaa rakentaminen ongelmitta. (H8.2) Sekä tilaajan että urakoitsijan mukaan suunnitelmien valmiustaso rakentamista aloitettaessa oli parempi kuin korjaushankkeissa tyypillisesti (H8.1, H8.2). Suunnitelmat eivät juurikaan muuttuneet rakentamisen aikana, mutta täydennyksiä jouduttiin tekemään kaikilla suunnittelualoilla. Suunnitelmat saatiin valmiiksi aikataulussa, eikä suunnittelusta aiheutunut viivettä rakentamiselle. (H8.1)

Tilaajan ja urakoitsijan mukaan suunnittelun onnistumiseen vaikutti viikoittain pidetty suunnittelupalaveri, jossa paikalla olivat tilaaja, urakoitsija, arkkitehti, rakennesuunnittelija ja tarvittaessa muita suunnittelijoita (H8.1, H8.2). Palavereissa käytiin läpi edellisellä viikolla toimitettavaksi sovitut suunnitelmat sekä käytiin läpi tulevia suunnitelmatarpeita. Näin saatiin varmistettua, että suunnittelussa keskitytään niihin suunnitelmiin, joiden valmistuminen on tuotannon etenemisen kannalta tärkeintä. (H8.2) Tilaajan mukaan urakoitsija tarkasteli suunnitelmatarpeitaan riittävästi ennakoiden, mikä oli toimintatavan onnistumisen kannalta tärkeää (H8.1). Suunnittelijat kävivät riittävästi työmaalla ja he tulivat kutsusta paikalle (H8.2). Runkorakennusvaiheessa rakennesuunnittelija kävi päivittäin työmaalla ja reagoi esimerkiksi paikallavalurakenteiden raudoituksiin liittyviin kysymyksiin nopeasti (H8.1). Urakoitsijan näkemys oli, että suunnitteluun oli varattu riittävästi resursseja (H8.2). Suunnittelun ja koko hankkeen onnistumiseen vaikutti osapuolten sitoutuminen hankkeeseen ja yhteistyön onnistuminen (H8.1, H8.2).

### 5.8.4 Juurisyyanalyysi

Suunnittelu oli hankkeessa onnistunutta sekä tilaajan että urakoitsijan mielestä ja se näkyi rakentamisen aikana. Toteutussuunnittelun onnistumisen juurisyytä on esitetty kuvassa 25.



**Kuva 25.** Juurisyyanalyysi: Toteutussuunnittelun onnistuminen.

Sekä rakennuksesta hankitut lähtötiedot, että käyttäjien tarpeiden selvittäminen mahdollistivat sen, että hankkeessa ei esiintynyt merkittäviä suunnitteluun vaikuttavia yllätyksiä. Arkkitehti oli mukana käyttäjien tarpeiden määrittämisessä ja hän kommunikoi niistä tehokkaasti muille suunnittelijoille. Käyttäjämuutoksia ei tullut, kun toiveet oli selvitetty ja ne olivat osapuolten tiedossa. Myös korjauksessa säästettävien runkorakenteiden kunto oli riittävän hyvin tiedossa. Rakennus oli ollut tyhjillään ennen rakentamisen aloittamista, jona aikana oltiin pystytty tekemään rakenneavauksia.

Suunnitelmien tarkennus- ja täydennystarpeita ilmeni rakentamisen aikana ja tähän oli varauduttu huolimatta siitä, että hanke toteutettiin perinteisellä toteutusmuodolla. Suunnitteluresurssit olivat riittävät ja suunnittelijat saatiin työmaalle tarvittaessa. Urakoitsijan ennakkointi omassa tuotannonsuunnittelussaan toi heidän suunnitelmatarpeensa esille riittävän ajoissa, jolloin suunnittelijoille jäi riittävästi aikaa tarkennusten tekemiseen. Toimivat ja usein pidetyt suunnittelukokoukset mahdollistivat osapuolten tehokkaan yhteistyön. Tähän vaikutti myös osapuolten sitoutuminen hankkeen onnistumiseen.



## **5.9 Yhteenveto**

Luvussa on esitetty yhteenveto haastatteluissa esiin tulleista haasteista tuotannossa. Suunnittelun ongelmista tuotannon näkökulmasta tehtiin oma alalukunsa, koska haastatteluissa aiheesta kertyi paljon aineistoa. Tuotanto ja tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa –alaluvut noudattavat teemahaastattelurungon teemoja.

Tuloksia on esitetty taulukoissa, joihin on merkitty haasteiden esiintyminen kussakin hankkeessa ja missä haastatteluissa asia tuli esille. Merkintä on suluissa, mikäli asia mainittiin haastattelussa, mutta haastetta ei koettu kovin merkittäväksi.

### **5.9.1 Suunnittelun ongelmat tuotannon näkökulmasta**

Suunnitteluun liittyviä ongelmia oli kuudessa hankkeessa. Tuotannossa nämä tulivat esille toteutussuunnitelmien liian myöhäisenä valmistumisena ja suunnitelmien yhteensovittamattomuutena. Taulukossa 2 on esitetty suunnitteluun liittyvien ongelmien esiintyminen hankkeissa.

**Taulukko 2.** *Suunnitteluun liittyvät ongelmat.*

		Suunnitelmien valmistuminen myöhässä	Puutteellisia/väärää mittatietoja rakennuksesta	Suunnitelmien yhteensovittamattomuus	Työmaan reagointi suunnitelmien muutos-/tarkennustarpeeseen
<b>Hanasaari</b>	Tilaaja	X	X	X	X
	Urakoitsija	X	X	X	
	Suunnittelija (RAK)		X	X	X
<b>Kansalliskirjasto</b>	Tilaaja	X			
	Urakoitsija	X	X		
<b>Elisan pääkonttori</b>	Tilaaja				
	Urakoitsija				
<b>Espoonlahden kirkko</b>	Tilaaja		X		
	Urakoitsija	X	X		
<b>Lahden kaupunginsairaala</b>	Tilaaja				X
	Urakoitsija	X	X	X	
<b>Leppävaaran uimahalli</b>	Tilaaja				
	Urakoitsija	(X)		X	
<b>Teollisuuskatu 23-25</b>	Tilaaja				X
	Urakoitsija	X	X	X	
<b>Tapiolan koulu</b>	Tilaaja				
	Urakoitsija				
<b>Yhteensä</b>		7	8	6	4

Viidessä hankkeessa tuotantoon aiheutti ongelmia suunnitelmien valmistuminen liian myöhään. Näissä viidessä hankkeessa ilmeni myös puutteellisia tai väärää mittatietoja rakennuksen säästettävistä rakenteista. Mittauspuutteet johtuivat tyypillisesti siitä, että rakenteita ei oltu avattu riittävästi ennen mittauksia. Mikäli rakenteiden mittaukseen käytetään laserkeilausta, on rakennuksesta poistettava kalusteet ja purettava pintarakenteet ennen mittauksen tekemistä, jotta kantavien rakenteiden paikat voidaan saada luotettavasti selville. (H1.2, H5.2, H4.1, H4.2, H7.2) Keilauksista saatu mittausdata pitää myös käsitellä huolellisesti, jotta siitä saadaan tehtyä hyödyllinen 3D-malli. (H1.1, H1.3) Usein haasteena rakenneavauksien tekemiselle ennen rakennusurakan alkua on käyttäjien läsnäolo rakennuksessa.

Korjausrakentamisessa suunnittelun tarve rakentamisen aikana on tyypillistä ja tälle tulee olla varattu riittävästi resursseja. Haastateltavat pitivät rakentamisen aikaisessa suunnittelussa osapuolten välistä yhteistyötä tärkeänä ja korostivat suunnittelijoiden läsnäolon

tarvetta työmaalla. Tästä syystä suunnittelijoiden tulisi sijaita kohtalaisen lähellä työmaata. Käsitellyissä hankkeissa toimintatapoja suunnittelijoiden ja työmaan yhteyden ylläpitämiseksi olivat suunnittelukokoukset työmaalla, suunnittelijoiden siirtyminen työskentelemään työmaalle sekä säännölliset tai kutsusta tapahtuvat työmaakäynnit (H1.1, H2.1, H3.1, H3.2, H4.1, H4.2, H5.2, H6.1, H6.2, H7.1, H7.2, H8.1, H8.2). Kolmessa hankkeessa (Kansalliskirjasto, Elisan pääkonttori ja Tapiolan koulu), joissa rakentamisen aikainen suunnittelu oli pääosin onnistunutta, suunnitelma-asioita käsiteltiin viikoittain tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan kesken (H2.1, H3.2, H3.1, H8.1, H8.2). Lisäksi kahdessa haastattelussa tuli esille, että työmaakäynneillä tai suunnittelukokouksissa tulisi olla paikalla suunnittelijat, jotka voivat tehdä päätöksiä (H4.2, H3.2). Kokouksien tai työmaakäyntien hyötyä menetetään, jos paikalla ollut suunnittelija ei voi tehdä päätöksiä, vaan ainoastaan välittää havainnot toiselle suunnittelijalle, joka ei ole ollut paikalla (H4.2). Oleellista on myös se, että urakotisiija kommunikoi suunnitelmatarpeistaan riittävän ajoissa, jolloin suunnittelijoille jää riittävästi aikaa tarvittavien korjausten tai tarkennusten tekemiseen. Tämän mahdollistamiseksi urakoitsijan tulee tarkastella suunnitelmia ja tuotantoaan riittävästi etukäteen. (H1.1, H5.1, H7.1, H8.1) Pienikin muutos yhdessä suunnitelmassa voi vaikuttaa useisiin muihin suunnitelmiin (H1.3).

Suunnitelmien yhteensovittamattomuus aiheutti haasteita neljässä hankkeessa. Suunnitelmaristiriidoista aiheutui tarvetta suunnitelmien revisionnille, mikä osaltaan lisäsi haastetta saada toteutuskelpoiset suunnitelmat valmiiksi ajoissa. Yhteensovittamattomuuden katsottiin johtuvan suunnitelmien puutteellisesta tarkastamisesta etenkin pääsuunnittelijan osalta, jonka vastuulla suunnitelmien yhteensopivuus on. (H1.1, H1.2, H1.3, H5.2, H6.2, H7.2)

### 5.9.2 Tuotanto

Rakentamisen valmistelun tärkeys tuli esille useissa haastatteluissa. Kahdessa hankkeessa liian kireä aikataulu urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloittamiseen aiheutti haasteita. (H5.2, H7.2). Osassa hankkeista urakoitsijalle varattu aika rakentamisen valmisteluun olisi ollut sopiva, mikäli suunnitelmien valmiustaso olisi ollut riittävällä tasolla, kun hankintoja alettiin tehdä. Rakentamisen valmisteluun varattu aika siis riitti itse rakentamisen valmisteluun, mutta suunnitelmien tarkistamiseen hankintoja varten ei ollut aikaa, mikä aiheutti ongelmia rakentamisen käynnistämisessä. (H1.2, H7.2) Useat haastateltavat katsoivatkin, että ennen rakentamisen aloittamista tulisi olla varattuna aikaa rakentamisen valmisteluun ja suunnitelmien läpikäymiseen urakoitsijan, suunnittelijoiden ja tilaajan kesken. (H1.3, H3.1, H3.2, H4.2, H6.2) Yhteistyön aloittaminen urakoitsijan, suunnittelijoiden ja tilaajan välillä riittävän aikaisin saattaa myös helpottaa yllätysten ja muutosten käsittelyä rakentamisen aikana, kun osapuolet tuntevat toistensa toimintatavat ennen rakentamisen aloittamista. (H3.2, H7.1)

Korjausrakentamiselle tyypilliset vanhaan rakennukseen liittyvät yllätykset vaikuttivat tuotantoon lähes kaikissa hankkeissa. Rakentamisen aikaisiset yllätykset on esitetty taulukossa 3 alla.

**Taulukko 3.** Yllätykset rakentamisen aikana.

		Purkuvaiheessa paljastunut rakenteiden huono kunto	Purkuvaiheessa paljastunut haitallinen aine (asbesti tms.)	Vanhoiden suunnitelmien paikkaansa pitämättömyys (pohjaolosuhteisiin ja maanrakentamiseen liittyvät yllätykset)	
<b>Hanasaari</b>	Tilaaaja	X	X		X
	Urakoitsija	X	X		X
	Suun. (RAK)				
<b>Kansalliskirjasto</b>	Tilaaaja			X	X
	Urakoitsija	X			X
<b>Elisan pääkonttori</b>	Tilaaaja				
	Urakoitsija				
<b>Espoonlahden kirkko</b>	Tilaaaja		(X)	X	
	Urakoitsija	(X)		X	X
<b>Lahden kaupunginsairaala</b>	Tilaaaja		(X)	X	
	Urakoitsija	X	X	X	
<b>Leppävaaran uimahalli</b>	Tilaaaja	X			
	Urakoitsija	X			X
<b>Teollisuuskatu 23</b>	Tilaaaja			X	
	Urakoitsija	X	X		
<b>Tapiolan koulu</b>	Tilaaaja				X
	Urakoitsija	X			X
<b>Yhteensä</b>		8	4	6	8

Yleisimmät ilmenneet yllätykset liittyivät rakenteiden oletettua huonompaan kuntoon sekä pohjaolosuhteisiin ja maanrakentamiseen. Maarakennustöissä yllätyksiä aiheuttivat erityisesti louhintatyöt, jotka lisääntyivät tai jotka oli odotettua vaikeampi toteuttaa rakennuksen läheisyydessä tai alla (H1.1, H1.2, H2.1, H4.2). Myös haitta-ainepurkujen määrän lisääntymiseen ja vanhojen suunnitelmien paikkaansa pitämättömyyteen liittyviä yllätyksiä esiintyi useissa hankkeissa. Yllätykset rakenteiden kunnossa vaikuttavat rakentamisen aikatauluun, koska niistä aiheutuu lisätöitä. Kantavissa rakenteissa esiin tulevat yllätykset voivat lisäksi aiheuttaa lisäsuunnittelun tarvetta.

Rakentamisen aikaisiin yllätyksiin sekä täydennys- ja muutossuunnitteluun liittyen haastatteluista tuli esiin hankeprosessin joustavuuden tärkeys. Prosessin joustavuudessa oli eroja hankkeiden välillä. Erityisesti kahdessa kiinteähintaisella urakalla toteutetussa hankkeessa, jotka olivat Lahden kaupunginsairaalan ja Teollisuuskatu 23-25:n korjaukset, urakoitsijat kokivat lisätöistä sopimisen vaikeaksi. Urakoitsijat toivoivat joustavia toimintatapoja lisätöistä sopimiseen, jotta rakentaminen pääsee etenemään yllätyksistä

huolimatta. Tapa, jossa urakoitsija pyytää aliurakoitsijoilta lisätyötarjoukset ja paras tarjous hyväksytetään tilaajalla, koettiin liian aikaa vieväksi. Myös lisäajasta sopiminen oli näissä hankkeissa vaikeaa. Urakoitsijat toivoivat esimerkiksi ennalta sovittuja maksupereusteita, joita voitaisiin käyttää lisätöistä sopimisessa. (H7.2, H5.2)

Toisaalta kahdessa kiinteähintaisella urakalla toteutetussa hankkeessa muutosten ja lisätöiden käsittely rakentamisen aikana oli joustavaa ja tehokasta sekä urakoitsijoiden että tilaajien mielestä. Leppävaaran uimahallissa lisätöiden käsittelyssä käytetty toimintatapa oli joka toinen viikko järjestettävä tilaajan ja urakoitsijan välinen palaveri. Urakoitsija oli sitä mieltä, että tilaajan päätökset tulivat nopeammin, kuin silloin jos urakoitsija olisi sopinut asioista rakennuttajakonsultin välityksellä, joka olisi vielä vahvistanut päätöksen tilaajalla. (H6.2) Tapiolan koulun korjauksessa tilaajan projektipäällikkö tai valvoja kävi työmaalla mahdollisimman nopeasti toteamassa lisätyön tarpeen, koska keskeytyksiä ei haluttu. Myös kiistanalaiset lisätyöt aloitettiin ja niiden laskutus käsiteltiin jälkikäteen. Tilaaan mukaan urakoitsija perusteli tarvittavat lisätyöt hyvin. Urakoitsija katsoi, että tilaajan ja urakoitsijan välille syntyi luottamus johtuen urakoitsijan panostuksesta hankkeen pysymiseksi aikataulussa. Hankkeen alussa oli sovittu, että urakoitsijalla ei ole oikeutta pyytää lisäaikaa lisätöistä sopimisen yhteydessä. (H8.1, H8.2)

Projektinjohtourakat olivat pääosin joustavia yllätysten ja lisätöiden käsittelyssä, mutta kiire aiheutti ajoittain ongelmia saada tarvittavat suunnitelmamuutokset valmiiksi. Hankkeissa oli käytössä toimintatapa, jossa urakoitsija teki suunnitelmien perusteella kustannusarvioita, joita verrattiin budjettiin. Jos kustannusarvio ylitti kyseiselle osalle varatun budjetin, tilaaja hyväksyi ylityksen tai suunnitelmia muokattiin tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijoiden yhteistyössä niin, ettei budjetti ylittynyt. (H1.1, H2.1, H2.2, H3.2, H4.1, H4.2) Haastatteluissa tuli kuitenkin ilmi, että kovin suuria säästöjä rakentamisvaiheessa ei yleensä ole mahdollista saada aikaan, koska suunnittelun periaateratkaisut on jo päätetty (H1.2, H4.2.). Sekä kiinteähintaisissa urakoissa että projektinjohtourakoissa osapuolten sitoutumisen, riittävien resurssien ja yhteisten tavoitteiden katsottiin edesauttavan joustavaa ja tehokasta yllätysten ja lisätöiden käsittelyä.

**Taulukko 4.** Sääsuojauksen ja logistiikan ongelmat.

		Sääsuojaus	Logistiset haasteet
<b>Hanasaari</b>	Tilaaja	X	(X)
	Urakoitsija	X	
	Suun. (RAK)		
<b>Kansalliskirjasto</b>	Tilaaja		(X)
	Urakoitsija	X	
<b>Elisan pääkonttori</b>	Tilaaja		X
	Urakoitsija		X
<b>Espoonlahden kirkko</b>	Tilaaja		
	Urakoitsija	X	
<b>Lahden kaupunginsairaala</b>	Tilaaja		(X)
	Urakoitsija		
<b>Leppävaaran uimahalli</b>	Tilaaja		
	Urakoitsija		
<b>Teollisuuskatu 23</b>	Tilaaja		
	Urakoitsija	(X)	X
<b>Tapiolan koulu</b>	Tilaaja		X
	Urakoitsija	X	X
<b>Yhteensä</b>		5	5

Sääsuojaukseen ja logistiikkaan liittyvät haasteet olivat melko yleisiä ja niiden esiintyminen hankkeissa on esitetty taulukossa 4. Hanasaaren kulttuurikeskuksen ja Teollisuuskatu 23-25 korjauksissa oli suunnitteluratkaisuja, joissa ei oltu huomioitu sääsuojan paikalla oloa. Teollisuuskatu 23-25:ssä suunnitteluratkaisu saatiin muutettua rakentamisen aikana, mutta Hanasaaren kulttuurikeskuksessa asia oli vaativampi, eikä sitä ehditty ratkaista toisin, joten rakentamista jouduttiin tekemään ilman sääsuojaa. Tapiolan koulussa urakoitsija suunnitteli kohteen lohkotuksen ja töiden etenemisen saatavilla olleen sääsuojan perusteella. (H1.2, H1.3, H7.2, H8.2)

Merkittäviä logistia haasteita oli kolmessa hankkeessa. Haasteet liittyivät rakennuspaikan pieneen kokoon ja tontin ulkopuoliseen liikenteeseen. Elisan pääkonttorin korjauksessa rakennuttajakonsultti, käyttäjä ja urakoitsija kävivät yhteistyössä työmaan logistiikkaan liittyviä asioita läpi johtuen käyttäjän läsnäolosta rakentamisen aikana (H3.1, H3.2). Muissa kohteissa urakoitsija teki työmaa-alueen sisäiset logistiikkaratkaisut itsenäisesti.

Haastatteluissa tuli esille, että ajoittain rakennusosia suunnitellaan säästettäväksi silloinkin, kun niiden uusiminen olisi parempi ratkaisu. Esimerkiksi pintojen suojaamiseen kuluu aikaa ja rahaa ja pinnat saattavat silti vaurioitua rakentamisen aikana, minkä jälkeen

ne on uusittava tai korjattava. Uusimalla saadaan lisäksi usein toiminnan kannalta parempi lopputulos. (H1.2, H7.2) Rakentamisen laadussa ei ollut merkittäviä ongelmia yhdessäkään hankkeessa. Ainoastaan Hanasaaren kulttuurikeskuksen korjauksessa laatuongelma esiintyi yhden aliurakoitsijan kohdalla, mutta ongelma ratkaistiin vaihtamalla aliurakoitsijaa (H1.2). Tilaaajat mainitsivat olevansa tyytyväisiä lopputuloksen laatuun kaikissa haastatteluissa, joissa asia tuli esille (H2.1, H5.1, H6.1, H8.1).

### **5.9.3 Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa**

Käsitellyissä hankkeissa tuotantoon liittyvien asioiden huomioiminen hankesuunnitteluvaiheessa oli tyypillisesti vähäistä. Vaiheittain toteutetuista hankkeista Lahden kaupunginsairaalan ja Teollisuuskatu 23-25:n kohdalla vaiheistus tehtiin toiminnan ehdoilla, mutta pyrittiin ottamaan huomioon myös se, että vaiheet ovat tuotannon kannalta toteutettavissa (H5.1, H7.1). Elisan pääkonttorin korjauksessa tuotanto huomioitiin hankesuunnittelusta lähtien ja urakoitsija oli hankesuunnittelussa mukana. Urakoitsija laati yhdessä käyttäjän kanssa hankkeen aikataulun rakentamisen ja käytön yhteensovituksen mahdollistamiseksi. (H3.1, H3.2) Muissa hankkeissa tuotantoon liittyviä asioita ei varsinaisesti huomioitu hankesuunnittelussa.

Hankkeissa huomioitiin tuotantoa ehdotussuunnittelussa ja sitä seuranneessa suunnittelussa hankesuunnitteluvaihetta enemmän, etenkin sen jälkeen, kun urakoitsija oli liitetty hankkeeseen. Espoonlahden kirkon korjauksessa tuotantoon liittyviä asioita huomioitiin kehitysvaiheessa, kun urakoitsija oli tullut mukaan hankkeeseen. Tilaaaja uskoi, että urakoitsijan mukana olosta kehitysvaiheessa oli hyötyä hankkeen kustannusten kannalta. (H4.1) Myös urakoitsija oli tyytyväinen kehitysvaiheeseen ja katsoi, että tuotannon näkökulma tuli esille kehitysvaiheessa (H4.2). Lahden kaupunginsairaalan korjauksessa tilaaja julkaisi noin vuotta ennen rakentamisen alkua tietopyynnön, johon kaikilla halukkailla urakoitsijoilla oli mahdollisuus vastata. Tietopyynnössä kysyttiin mahdollisten tarjoajien näkemyksiä koskien hankkeen toteutusmuotoa, vaiheistusta ja työmaajärjestelyjä. (H5.1)

Osassa hankkeista tehtiin tuotantoon liittyviä päätöksiä suunnitteluvaiheessa, koska hankkeen onnistumiselle tärkeitä asioita haluttiin painottaa. Tapiolan koulun korjauksessa tilaaja oli päättänyt vaatia sekä purkamisen että rakentamisen toteuttamista sääsuojan alla, koska haluttiin välttää rakennuksessa aiemmin olleet kosteusongelmat (H8.1). Kansalliskirjaston korjauksessa tilaaja otti olosuhdehallinnan yhdeksi valintaperusteeksi urakoitsijan kilpailutuksessa (H2.1). Osa haastateltavista kuitenkin katsoi, että korjauskohteissa tuotannon huomioimisen mahdollisuudet suunnittelussa ovat vähäisemmät kuin uudisrakentamisessa, johtuen korjattavan rakennuksen aiheuttamista rajoitteista (H6.1, H7.1, H8.1). Kokonaisuudessaan tuotannon huomioiminen hankkeissa oli vähäistä ennen urakoitsijan liittämistä hankkeeseen.

Suurin osa haastateltavista näki hyötyjä urakoitsijan mukana olosta suunnittelussa vaativissa korjaushankkeissa ja urakoitsijat yhtä lukuun ottamatta halusivat osallistua suunnitteluun (H1.2, H2.2, H3.2, H4.2, H5.2, H7.2, H8.2). Kuitenkaan yksiselitteistä vaihetta, jossa urakoitsija kannattaa ottaa mukaan suunnitteluun ei ole, vaan sen katsottiin riippuvan hankkeen ominaisuuksista (H2.1, H3.1, H5.1, H6.1, H7.1, H7.2, H8.1). Haastatteluissa tuli esille seuraavat asiat, joiden huomioimisessa urakoitsijan mukana oleminen suunnittelussa voi olla hyödyksi:

- hankkeen vaiheistus ja aikataulu (H5.2)
- lisäselvitystarpeet esimerkiksi rakenteiden kunnossa (H1.1, H2.2)
- kustannustietous ja edullisempien suunnitteluratkaisujen kehittäminen (H1.2, H3.2, H4.1, H7.2)
- suunnitelmien rakennettavuus (H1.2, H4.2, H5.2, H7.2, H8.2)
- työtapa ja työjärjestykset (H1.3, H2.2)
- logistiikka (H2.1)
- työturvallisuus (H1.3, H2.2).

Lisäksi haastatteluissa tuli esille se, että hankkeen suunnittelun onnistuminen kokonaisuudessaan on myös tuotannon kannalta tärkeää. Hankkeen tavoitteet tulee olla selvillä ja niiden tulee olla kaikkien osapuolten tiedossa. Lisäksi suunnittelun tulee perustua paikansa pitäviin lähtötietoihin, sillä mikäli edellä mainituissa asioissa on epäselvyyksiä, voi esimerkiksi käyttäjämuutoksista ja yllätyksistä rakenteissa aiheutua merkittävää häiriötä rakentamiselle. Etenkin urakoitsijat painottivat esiselvitysten ja kuntotutkimusten riittävän tarkkaa suorittamista ennen rakentamisen aloittamista. (H1.2, H3.1, H8.2)



## 6. TOIMINTAOHJEET TUOTANNON HUOMIOIMISEEN KORJAUSHANKKEEN SUUNNITTELUSSA

### 6.1 Analyysin jaottelu

Haastattelujen tuloksia analysoitiin kolmen eri kategorian pohjalta, jotka olivat ihmiset, prosessi ja teknologia. Toimintaohjeet tuotannon huomioimiseksi korjaushankkeen suunnittelussa on esitetty kunkin alaluvun lopussa.

Ihmiset-kategoriassa käsitellään hankkeen osapuolten, kuten tilaajan, rakennuttajakonsultin, pääurakoitsijan ja suunnittelijoiden välisen yhteistoiminnan toimivuutta ja toimintatapoja sekä osapuolten rooleja. Prosessi-kategoriassa käsitellään rakennusprojektin hallintaan, valvontaan ja tiedonkulkuun liittyviä asioita. Teknologia-kategoriaan kuuluvat tekniset ongelmakohdat ja pullonkaulat rakennushankkeessa.

### 6.2 Ihmiset

Sujuvan rakentamisvaiheen ja koko hankkeen onnistumisen takaamiseksi hankkeeseen tulee valita sen vaativuustasoon nähden riittävän osaava henkilöstö. Tärkeää on myös osapuolten välisen yhteistyön toimivuus. Suunnittelijoilla ja urakoitsijalla tulisi olla avoin ja ratkaisukeskeinen menettelytapa, jotta korjausrakentamiselle tyypilliset yllätykset saadaan käsiteltyä joustavasti. Tilaaja voi arvioida osapuolilta toivottuja ominaisuuksia osapuolten valinnan yhteydessä. Esimerkiksi pääurakan tarjouspyynnöissä voidaan tarjoajia pyytää nimeämään hankkeeseen henkilöitä, kuten työpäällikkö ja vastaava mestari. Tarvittaessa tarjoajien nimeämiä ryhmiä ja heidän ominaisuuksiaan voidaan arvioida valintatilaisuudessa, jonka tuloksia käytetään yhtenä valintaperusteena. Osapuolten välinen yhteistyö tulisi aloittaa ennen rakentamisen aloittamista, jolloin osapuolten toimintatavat tulevat tutuksi toisilleen. Urakoitsijan, tilaajan ja suunnittelijoiden välisen yhteistyön toimivuuden varmistaminen rakentamisen alusta alkaen voi helpottaa erityisesti kiireellisten muutosten käsittelyä rakentamisen aikana.

Rakentamisen aikana on tärkeää käsitellä suunnitteluasioita riittävän usein tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijoiden kesken. Vaativissa kohteissa suunnittelupalavereja voi olla aiheellista pitää viikoittain. Toimintatapoina voivat olla haastatteluissa esiin tulleet perinteiset suunnittelupalaverit, Big Room -työskentely tai mallikatselmukset. Olennaista on, että kokouskäytäntö on hankkeelle sopiva ja osapuolten mielestä toimiva. Paikalla tulee olla oikeat henkilöt, jotta tarvittavat päätökset saadaan tehtyä. Osapuolten tulee myös viestiä toisilleen mahdollisista ongelmista riittävän ajoissa. Pienenkin suunnitelmamuutoksen yhteydessä suunnitelmia saatetaan joutua sovittamaan yhteen uudelleen, mikä vie

aikaa. Suunnittelun johtamisen ja vastuunjaon tulee olla selkeää. Korjausrakentamisessa suunnittelu ja rakentaminen limittyvät usein väistämättä ja limittäminen helpottuu, kun suunnittelun johtamisesta ja rakentamisesta vastaa sama osapuoli. Lisäksi toteutussuunnitelmat palvelevat nimenomaan tuotantoa, mikä voi puoltaa projektinjohtourakkaan kuuluvaa urakoitsijajohtoista suunnittelua. Toisaalta perinteisen kiinteähintaisen toteutusmuodon etuna voidaan nähdä vastuunjaon selkeys.

Suunnitteluun tulee olla varattuna riittävästi resursseja rakentamisen aikana ja suunnittelijoiden läsnäolo työmaalla on tärkeää, jotta rakentamisen aikana esiin tulevista asioista pystytään kommunikoimaan tehokkaasti. Tärkeää on löytää kyseiseen hankkeeseen sopiva toimintatapa. Suunnittelijat voivat työskennellä työmaalla tai tehdä säännöllisiä tai kutsusta tapahtuvia työmaakäyntejä. Suunnittelijoiden läsnäolosta työmaalla voi olla aiheellista tehdä kirjauksia suunnittelusopimuksiin.

Olennaista on myös hankkeen avainhenkilöiden mukana oleminen hankkeessa alusta loppuun. Mikäli henkilövaihdoksia tapahtuu, menetetään usein tärkeää hiljaista tietoa, jota on kertynyt hankkeen etenemisen aikana. Uusi henkilö joutuu sisäistämään hankkeen tavoitteet ja toimintatavat, mikä vie aikaa ja kertaalleen sovittuja asioita voidaan joutua käymään uudelleen läpi. Henkilövaihdokset voivat johtua esimerkiksi työnantajan vaihtumisesta, joten niitä voi olla vaikea välttää. Henkilövaihdosten aiheuttamat riskit tulisi kuitenkin huomioida hankkeen riskikartoitusta tehtäessä ja niihin voidaan varautua esimerkiksi toimivalla varahenkilöjärjestelmällä.

Hankkeella tulee olla selkeät tavoitteet, jotta sen onnistuminen on mahdollista. Koko hankkeen tavoitteiden tulee periytyä eri tehtävien tavoitteiksi niin, että kyseisten tavoitteiden saavuttaminen palvelee koko hankkeen tavoitteiden saavuttamista. Käyttäjien tavoitteista ja toiveista tilaaja muodostaa tavoitteet hankkeelle, joista muodostetaan suunnittelutavoitteita. Edellisten pohjalta asetetaan jälleen tavoitteet rakentamiselle. Tavoitteet tulee kommunikoida selkeästi hankkeen kaikille osapuolille, jolloin osapuolten sitoutuminen hankkeen tavoitteisiin on mahdollista. Osapuolten sitoutumiseen tavoitteisiin voidaan pyrkiä vaikuttamaan hankkeen kaupallisella mallilla, jonka tulisi ohjata hankkeen tavoitteiden mukaiseen toteutukseen. Hyödyllistä voi olla palkkioiden käyttäminen sanktioiden sijaan. Palkkiojärjestelmän tulee kannustaa osapuolia hankkeen tavoitteiden mukaiseen toteuttamiseen ja tavoitteiden toteutumista tulee valvoa koko hankkeen ajan.

## Ihmiset

### Hankkeen tavoitteet

- Hankkeen keskeiset tavoitteet määritetään täsmällisesti liittyen kohteen ongelmiin
  - Tavoitteet voivat kohdistua kustannuksiin, aikaan, laatutasoon, riskien välttämiseen ja toimintatapoihin
- Tavoitteet konkretisoidaan osapuolille
  - Tavoitteet periytyvät eri hankeosapuolille: käyttäjä → tilaaja → suunnittelija → päätoteuttaja → aliurakoitsija ja tuotetoimittaja
- Osapuolet sitoutetaan hankkeen tavoitteisiin
  - Tavoitteisiin kytketään kannustimet tai sanktiot
- Tavoitteiden saavuttamista valvotaan aktiivisesti suunnittelun ja tuotannon aikana

### Osapuolten yhteistoiminta

- Osapuolten valinnassa otetaan huomioon yhteistoimintakyky ja -ominaisuudet
- Varmistetaan osapuolten mahdollisuudet tehdä yhteistyötä
  - Sopimuksellisesti mahdollistetaan ja edellytetään yhteistoiminta ja erityyppisten kokousten pitäminen
  - Organisatorisesti vastuusuhteet ovat selkeitä ja yksikäsitteisiä
  - Suunnitellaan ja otetaan käyttöön hankkeeseen soveltuvat yhteistoimintamuodot (esim. Big Room)
- Osapuolet viestivät ongelmista ajoissa
  - Urakoitsijan oma työsuunnittelu on riittävän ennakoivaa, jotta urakoitsija huomaa riittävän ajoissa ongelmat tuotannossa, ja suunnittelijat ehtivät tehdä tarvittavat muutokset

### Suunnittelu

- Suunnittelijavalinnat tehdään osaamiseen ja yhteistoimintaedellytyksiin perustuen
  - Suunnitteluresurssit ovat riittävät hankkeen jokaisessa vaiheessa
- Vastuut suunnittelun johtamisessa ja suunnittelun ohjaamisesta jaetaan selkeästi
- Suunnittelun ohjaus on jatkuvaa ja reagoi nopeasti yllättäviin tilanteisiin
- Varmistetaan suunnittelijoiden riittävä läsnäolo työmaalla
  - Kirjataan ehdot työmaalla läsnäolosta suunnittelusopimuksiin
- Suunnitteluajataulu laaditaan ja sovitetaan yhteen tuotannon aikatauluun kanssa
  - Suunnitteluajataulu laaditaan realistiseksi siten, että mm. suunnitelmien yhteensovittamisen vaatima aika on huomioitu
  - Käyttäjien ja tilaajan päätöksenteko aikataulutetaan ja sovitetaan muihin aikatauluihin

## Henkilöstö

- Tilaajan henkilöstöresursoinnissa otetaan huomioon hankkeen vaativuus ja toteutusmuoto
- Hankkeeseen valitaan kokenut, osaavaa ja yhteistyöhön kykenevä henkilöstö
- Vältetään henkilövaihdoksia ja niistä aiheutuvia haittoja
  - o Laaditaan toimiva varahenkilöjärjestelmä
- Henkilöstö sitoutetaan hankkeen tavoitteisiin ja yhteistoimintaan

### 6.3 Prosessi

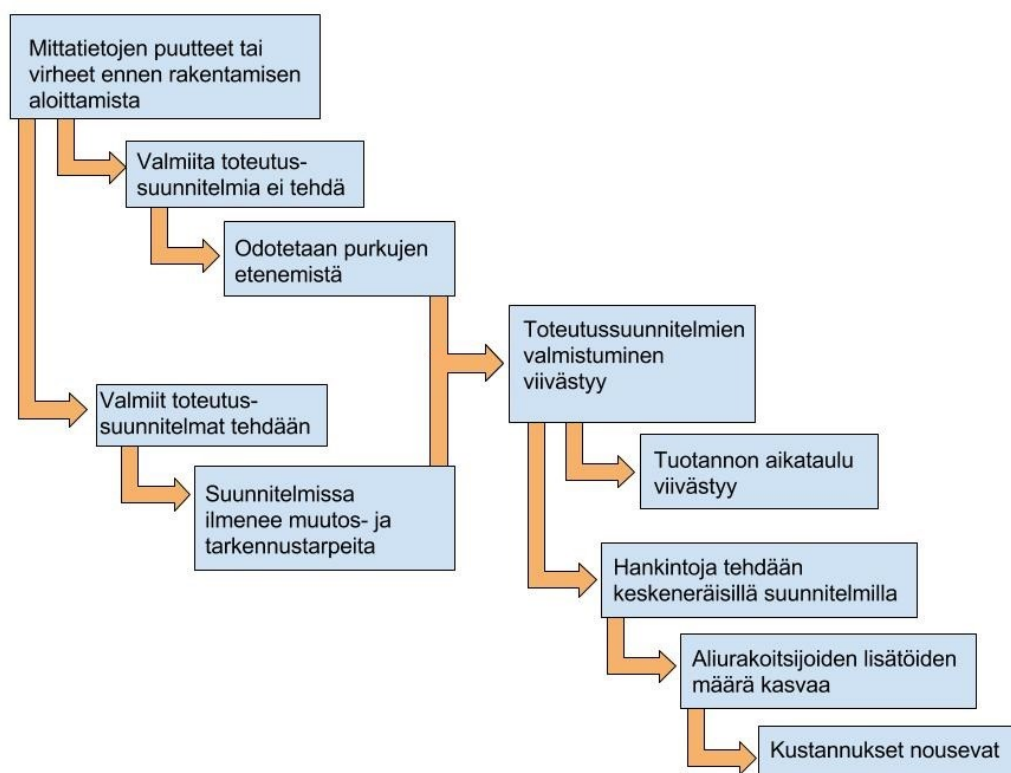
Hankkeen tavoitteiden saavuttamisen ja sujuvan rakentamisvaiheen varmistamiseksi tilaaja voi ennen urakoitsijan valintaa tarkastella, mitkä tekijät ovat avainasemassa hankkeen onnistumiselle. Esimerkkinä voidaan mainita Kansalliskirjaston olosuhdehallinta, johon tuli kiinnittää erityistä huomiota konservointitöiden vuoksi. Tarjouspyynnössä voidaan pyytää urakoitsijoita esittämään, miten he varmistavat avainasioiden onnistumisen ja vastauksia voidaan käyttää yhtenä perusteena urakoitsijan valinnassa. Tilaajan tulee konsultteineen tarkastella hankkeen ominaispiirteitä ja riskejä myös tuotannon näkökulmasta, jotta erityisosaamisen tarpeet tunnistetaan.

Urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloitukseen tulee olla varattuna riittävästi aikaa, jotta urakoitsija ehtii valmistella muun muassa työmaainfraa ja hankintoja. Lisäksi erityisesti suunnitelmien katselmointi tilaajan, suunnittelijoiden, urakoitsijan ja tarvittaessa käyttäjän kanssa riittävän ajoissa ennen rakentamisen aloittamista on tärkeää. Näin olemassa olevien suunnitelmien täydentämistarpeet ja ristiriidat voitaisiin saada jo ennen rakentamisen aloittamista suunnittelijoiden tietoon, mikä lisää heidän aikaansa asioiden ratkaisemiseen ja edesauttaisi suunnitelmien valmistumista tuotannon tarpeeseen. Urakoitsijan tultua hankkeeseen suunnitelmia tulisi tarkastella myös rakennettavuuden näkökulmasta. Mitä aiemmin urakoitsija otetaan mukaan suunnitteluun, sitä paremmat edellytykset rakennettavuuden huomioimiseen ja parantamiseen on.

Ennen rakentamisen aloittamista käyttäjien tulee siirtyä väistötiloihin, sillä käyttäjien odottamattomasta viipymisestä rakennuksessa korjaamisen alkaessa voi olla merkittävää haittaa tuotannolle. Sujuvan siirtymisen mahdollistamiseksi väistötilojen tarve tulee olla suunniteltu, tilat hankittu ja muuttojärjestelyt tehty. Käyttäjien siirtyminen väistötiloihin jo esimerkiksi muutamaa viikkoa ennen rakentamisen alkua on hyödyllistä, mikäli tämä aika pystytään käyttämään rakentamisen valmisteluun kohteessa ja rakenneavausten tekemiseen. Rakenneavauksilla täydennetään suunnittelun lähtötietoja ja niitä voitaisiin tehdä myös käyttäjien muuton lomassa, jos käyttäjä esimerkiksi poistuu rakennuksesta vaiheittain. Rakennuksen oleminen tyhjillään ennen rakentamisen aloittamista aiheuttaa kuitenkin tyypillisesti kustannuksia tilaajalle, mikä voi vaikeuttaa toimintatavan käyttöä. Mikäli rakennusta korjataan käyttäjän läsnä ollessa, on korjaamisen ja käytön yhteensovittamisen kannalta tärkeää, että urakoitsija tuntee käyttäjän toiminnan ja käyttäjä sekä urakoitsija tekevät tuotantosuunnitelmia yhdessä. Näin varmistetaan, että rakentajien ja käyttäjien toisilleen aiheuttamat haitat minimoidaan. Rakentamisen eteneminen ja käyttäjien väistöjen vaiheittainen eteneminen tulee suunnitella käyttäjien ja urakoitsijan sekä tarvittaessa suunnittelijoiden ja tilaajan yhteistoiminnassa.

Mittatietojen puutteet ja toteutussuunnitelmien valmistumisen myöhästyminen olivat yleisiä ongelmia käsitellyissä hankkeissa. Näiden asioiden välillä on havaittavissa syyseuraussuhde. Mittatietojen puutteet nostavat suunnittelun tarvetta rakentamisen aikana,

koska lopullisten suunnitelmien tekoa joudutaan lykkäämään tai niitä joudutaan muuttamaan purkujen edetessä. Jos toteutussuunnittelua ei viedä riittävän pitkälle puutteellisista mittatiedoista johtuen, vaan odotetaan, että saadaan purkujen edettyä tehtyä rakennemittauksia suunnittelun lähtötiedoiksi, riskinä on, että suunnitteluun jää liian lyhyt aika ja toteutussuunnitelmat myöhästyvät. Jos taas suunnitelmat on tehty valmiiksi puutteellisilla mittatiedoilla ja paikkansa pitämättömiin oletuksiin perustuen, ilmenee rakentamisen aikana suunnitelmien muutostarpeita ja yhteensopivuusongelmia. Tämä aiheuttaa uudestaan suunnittelun tarvetta, mikä voi viivästyttää toteutussuunnitelmien valmistumista. Kummassakin tapauksessa puutteelliset mittatiedot aiheuttavat epävarmuutta suunnitteluun ja nostavat suunnitteluresurssien tarvetta rakentamisen aikana. Kuvassa 24 on esitetty mittatietojen puutteellisuuden vaikutus suunnitelmien valmistumiseen ja sitä kautta tuotantoon.



**Kuva 26.** Mittatietojen puutteiden vaikutus suunnitteluun ja tuotantoon.

Suunnitelmapuutteet vaikuttavat luonnollisesti hankkeen aikatauluun, jos rakentaminen ei etene, koska suunnitelmia joudutaan odottamaan. Puutteelliset suunnitelmat vaikuttavat negatiivisesti myös hankintoihin. Kun urakoitsija joutuu tekemään hankintoja kiireellisesti ja puutteellisilla suunnitelmilla, aliurakoita ei pystytä hankkimaan optimaalisina kokonaisuuksina ja kiinteähintaista urakkaa käyttäen. Jos kuitenkin käytetään kiinteähintaista urakkaa, niin riskinä ovat urakkarajoihin jäävät epäselvyydet ja lisätöiden suuri määrä. Nämä kasvattavat tuntitöinä tehtävien töiden määrää, mikä nostaa kustannuksia, jotka urakkamuodosta riippuen jäävät urakoitsijan tai tilaajan kannettaviksi.

Mittatietojen puutteellisuuden lisäksi rakenteiden kuntoon ja haitta-aineisiin liittyvät yllätykset olivat yleisiä käsitellyissä hankkeissa. Sekä mittatietojen, että rakenteiden kunnan ja haitta-aineiden perusteellinen selvittäminen vaatii yleensä rakenneavauksia, mutta haasteena on usein se, että rakennus on käytössä suunnitteluvaiheessa. Selvityksiin panostamista puoltaa kuitenkin vahvasti yllä analysoidut ongelmat tuotantovaiheessa, mikäli suunnittelun lähtötiedot ovat olleet puutteelliset. Mittatietojen tarvetta tulisi arvioida korjaustöiden laajuuden ja korjausasteen mukaan siten, että uusien rakenteiden ja talotekniikan rakentamiseen tarvittavat mittatiedot saadaan riittävän ajoissa ja tarkasti selville.

Prosessin joustavuus on rakentamisen aikana tärkeää, jotta esiin tulleet asiat, kuten yllätykset rakenteissa ja lisätyöt pystytään käsittelemään tehokkaasti. Projektinjohtourakoiden etuna on lisä- ja muutostöistä sopimisen helppous, koska kyseessä on laskutyömalli. Tavoite- ja kattohintaa käytettäessä joudutaan kuitenkin sopimaan, miten lisä- ja muutostyöt vaikuttavat niihin. Kiinteähintaisessa urakassa taas joudutaan tarkastelemaan, kuuluuko työ sopimuksen mukaiseen urakkaan. Sekä perinteisillä toteutusmuodoilla että projektinjohtourakoilla toteutetuissa hankkeissa oli onnistumisia joustavuuden suhteen. Olennainen asia sujuvan tuotannon kannalta on päätöksenteon nopeus. Lisätöiden käsittelyyn tulee sopia etukäteen selkeät toimintatavat. Kaikkien osapuolten tulee olla tietoisia työmaan tilanteesta, jotta muutoksiin pystytään reagoimaan nopeasti. Riskienhallinnan avulla voisi olla hyödyllistä tunnistaa rakentamisen aikaiset merkittävimmät riskit, joita ei ole pystytty poistamaan. Ennen näihin riskeihin liittyvien työvaiheiden alkamista sovitaisiin toimintatavat etukäteen kyseisen riskin toteutuessa ja varmistettaisiin päätöksenteon nopeus sekä riittävät resurssit asian käsittelemiseksi. Tällainen työvaihe voi olla esimerkiksi tietyn rakennusosan purku silloin kun kuntotutkimuksista ei saatu tarkkaa tietoa alla olevien rakenteiden kunnosta. Suunnittelussa riittävät resurssit ovat tärkeitä, jotta muutokset saadaan tehtyä mahdollisimman vähin viivästyksin. Joustavuuteen vaikuttaa myös ihmiset-kategoriassa käsitelty osapuolten sitoutuminen hankkeen tavoitteisiin ja onnistumiseen.

## Prosessi

### Suunnittelun lähtötiedot

- Teetetään riittävän tarkat ja kattavat kuntotutkimukset ja haitta-ainekartoitukset
  - Kuntotutkimuksen ja haitta-ainekartoituksen tulokset otetaan huomioon hankkeen riskikartoituksessa ja -analyysissä
- Tehdään rakenneavauksia suunnittelun kannalta tärkeiden lähtötietojen oikeellisuuden varmistamiseksi
- Vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja etsitään riittävästi
- Tehdään koekorjauksia liittyen vaihtoehtoisin suunnitteluratkaisuihin
- Vanhojen rakenteiden mittatiedot selvitetään
  - Varmistetaan erityisesti korjaustöiden laajuuteen liittyvien mittatietojen riittävyys
- Kohteen pohjaolosuhteet selvitetään
  - Tarvittaessa määritetään rakennusten alapuolisten kalliopintojen laatu ja sijainti
- Purkutöiden jälkeen suoritetaan rakenteiden katselmointi

### Toteutusaikataulu

- Hankkeen aikataulujen laadinta tehdään huolella ottaen toteutusmuoto huomioon
- Rakentamisen valmisteluun varataan riittävä aika
  - Aikataulun laadinnalla mahdollistetaan suunnitelmien kehittäminen ennen rakennustöiden aloitusta
  - Kiirehankinnoille varataan riittävästi aikaa
- Toteutusaikataulu sovitetaan yhteen suunnittelu- ja päätöksentekoaikataulun kanssa
- Suunnitelmien tarkistamiseen ja katselmointiin yhteistoiminnassa osapuolten kanssa varataan riittävä aika
  - Keskeiset hankeosapuolet osallistuvat suunnitelmakatselmuksiin
  - Suunnitelmapaketiajattelu on sisäistetty; ne suunnitelmat on tehty, joita kullakin hetkellä tarvitaan tuotannon ja hankinnan näkökulmasta
- Toteutusaikataululle asetetaan selkeät välitavoitteet, joihin kannustimet sekä sanktiot on kytketty
- Aikataulua valvotaan jatkuvasti
  - Kaikki hankeosapuolet ovat tietoisia työmaan aikataulutilanteesta, jotta voivat reagoida mahdollisiin muutoksiin
  - Poikkeamat ja vaadittavat korjaustoimenpiteet selvitetään
- Käyttäjät osallistuvat työsuunnitteluun käytössä olevan kiinteistön osalta
  - Väistötilojen tarve on selvitetty, tilat hankittu ja muuttosuunnitelma tehty
  - Melua ja pölyä aiheuttavat työvaiheet ajoitetaan siten, etteivät käyttäjätoiminnot häiriinny



**Toteutusmuoto ja sopimukset**

- Keskeiset riskit huomioidaan toteutusmuodon ja toteuttajien valinnassa
  - o Erityisosaamisvaatimukset on tunnistettu ja sisällytetty valintaperusteisiin
- Valittu toteutusmuoto mahdollistaa joustavat suunnitelma- ja toteutusmuutokset
  - o Maksumekanismi on kustannusperusteinen
- Muutostöiden käsittelyyn sovitaan joustavat menettelytavat
  - o YSE:n menettelyistä poikkeavat menettelytavat

## 6.4 Teknologia

Teknologia-kategoriaan kuuluvia tärkeitä näkökohtia ovat muun muassa rakennuksen lohkotus, suunnitelmien rakennettavuus ja olosuhdehallinta. Korjattavan kohteen lohkotusta sekä niiden ajoitusta suunniteltaessa tulee huomioida rakennuksen muoto, talotekniikan palvelualueet ja käyttöönotto. Mikäli rakennusta korjataan koko ajan käyttäjän ollessa läsnä tai se otetaan käyttöön vaiheittain, lohkotuksessa ja vaiheistuksessa on otettava sekä tuotannon että käytön näkökulmat huomioon. Tällöin talotekniikan palvelualueet ovat lohkotuksen kannalta erityisen tärkeitä ja järjestelmien toiminta tulee olla selvillä.

Korjattavan rakennuksen mittatietoja saadaan vanhoista suunnitelmista sekä rakennuksesta tehtävistä mittauksista, joita tehdään tyypillisesti laserkeilaamalla. Useissa käsiteltyistä hankkeista oli ongelmia rakennuksen mittatietoihin liittyen. Laserkeilauksia tehtäessä kalusteiden ja pintarakenteiden tulee olla poistettuna, jotta säästettävien rakenteiden paikat voidaan saada luotettavasti selville. Jos esteitä kuitenkin on, mittauksiin voi olla hyödyllistä lisätä kommentteja siitä, mitä esteitä on ollut keilauksen tiellä eri paikoissa. Oleellista on myös riittävä osaaminen mittausdatan käsittelyssä, jotta siitä saadaan luotua käyttökelpoinen malli suunnittelua varten. Kohde voidaan mallintaa tarpeen mukaan kokonaan tai tehdä osittaisia malleja. Erityisesti vaativissa kohteissa tietomalli on kannattavaa tehdä. Tietomallinnuksen käytöstä on hyötyä muun muassa suunnitelmien yhteensovittamisessa, jossa oli ongelmia useissa käsitellyissä hankkeissa. Tietomallinnus helpottaa esimerkiksi talotekniikkareittien törmäystarkastelujen tekemisestä, sillä uuden talotekniikan sovittaminen vanhaan rakennukseen on usein haastavaa. Talotekniikkatilojen sijoittamiseen ja talotekniikkareittien yhteensovittamiseen muiden suunnitelmien kanssa tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Tärkeä tekijä sujuvan rakentamisvaiheen mahdollistamiseksi on suunnitelmien rakennettavuus. Korjattavan rakennuksen ominaisuudet voivat aiheuttaa rakentamiselle vaatimuksia ja rajoitteita, jotka tulisi ottaa huomioon myös suunnittelussa. Rajoitteet voivat liittyä esimerkiksi logistiikkaan tai sääsuojaukseen. Rakennettavuuden arviointiin urakoitsijalla on tyypillisesti parhaat valmiudet. Urakoitsijan mukana olosta suunnitelmien rakennettavuuden arvioinnissa saattaa myös olla hyötyä, mikäli halutaan kehittää lyhyemmän rakennusajan mahdollistavia suunnitteluratkaisuja. Myös aliurakoitsijoiden osaamista voidaan hyödyntää erityisesti toteutussuunnittelussa, sillä heillä on syvin tietämys omaan alaansa liittyvien töiden toteuttamisesta käytännössä.

Olosuhdehallinta voi asettaa tuotantoon haasteita, joista esimerkkinä voidaan mainita sääsuojaukseen liittyvät rajoitteet, joita koettiin Espoonlahden kirkon ja Tapiolan koulun korjauksissa. Rakennuksen lohkotus ja rakentamisen työjärjestys vaikuttavat sääsuojien liikuttamiseen työn aikana ja suunnittelussa tulisi pyrkiä ottamaan huomioon nämä sääsuojauksen aiheuttamat rajoitteet niin, että tarvittavat rakennusvaiheet pystytään suorittamaan sääsuojan ollessa paikallaan. Tähän voivat vaikuttaa myös yksittäiset suunnitteluratkaisut, kuten Hanasaaren kulttuurikeskuksen kohdalla. Urakoitsijan mukaan ottaminen

suunnitteluun riittävän aikaisessa vaiheessa voi auttaa tunnistamaan tällaisia rakentamiseen vaikuttavia piirteitä.

Korjauskohteissa rakenneosia ja pintarakenteita saatetaan säästää ja suojata korjaamisen ajaksi ja suojaaminen voi muodostua merkittäväksi työvaiheeksi. Suojaamisessa tulee huomioida ympärillä tapahtuvat korjaustoimet, sillä suojaaminen voi olla haastavaa ja materiaalien riski vaurioitua rakentamisen aikana voi olla suuri suojauksesta huolimatta. Jos säästettäväksi aiottu pinta joudutaan uusimaan, suojaukseen käytetyt resurssit ovat menneet hukkaan. Lisäksi uusimalla saadaan usein toiminnan kannalta parempi ratkaisu. Edellä mainituista syistä herkästi turmeltuvien rakennusosien ja pintojen säästämiseen tulee suhtautua kriittisesti, ellei niitä säästetä suojelullisista syistä. Urakoitsijan näkemys eri rakennusosien suojaamisen kannattavuudesta ja suojaamisen kustannus- ja aikatauluvaikutuksista rakentamiseen voi olla suunnittelussa hyödyksi. Toisaalta myös ylikorjaamista on syytä välttää.

Korjauskohteissa tilanpuute ja ympäröivät rakennukset aiheuttavat usein haasteita purku- ja louhintatöille. Louhintatöissä voidaan joutua käyttämään tärinää aiheuttamattomia menetelmiä ja louhinta erityisesti korjattavan rakennuksen alla ja vierustoilla voivat aiheuttaa haasteita. Kallion kiilaus tai sahaaminen saattaa olla odotettua hitaampaa tai kallio voi olla ruhjeisempaa kuin mitä oletettiin. Suunnittelussa kallion sijainnit tulisi pyrkiä selvittämään mahdollisimman tarkkaan lisälouhintojen välttämiseksi. Lisäksi tarve tärinää aiheuttamattomien louhintamenetelmien käytölle tulee olla selvillä riittävän ajoissa, jotta työvaiheelle voidaan määrittää riittävä kesto ja pelivara riskit huomioiden. Purkutöissä olennaista on toimivat logistiikkaratkaisut purkujätteen poistamiseksi. Raskaissa puruissa huomioon tulee ottaa muun muassa purkukaluston vaatima tila liikkumiseen rakennuksen sisällä sekä laattojen kantavuudet.

## Teknologia

### Talotekniikka ja lohkotus

- Kohteen lohkotuksesta ja ajoituksessa otetaan huomioon korjaustöiden sisältö ja laajuus
  - Lohkotuksessa huomioidaan erityisesti talotekniset järjestelmät ja käyttöönotto
  - Käytössä olevassa kiinteistössä sekä käyttäjien että tuotannon näkökulmat otetaan huomioon
- Talotekniikkatilojen ja- reittien koko ja paikat suunnitellaan erityisen huolella yhdessä muun tilasuunnitelman kanssa
  - Reikä- ja varaussuunnitelmien yhteensopivuus varmistetaan

### Tietomalli ja rakennettavuus

- Vaativissa kohteissa olemassa olevat keskeiset rakenteet laserkeilataan ja kohde mallinnetaan
  - Laserkeilauksella ja mallinnuksella varmistetaan suunnittelun ja toteutuksen lähtötietojen oikeellisuus sekä suunnitelmien yhteensopivuus
- Suunnitelmien rakennettavuus varmistetaan osapuolten yhteistoiminnan avulla
  - Huomioidaan logistiset ratkaisut ja haalausaukot
  - Varmistetaan riittävät asennustilat taloteknisten järjestelmien osalta
- Teetetään mallitöitä laatutason oikeellisuuden varmistamiseksi

### Olosuhdehallinta

- Olosuhdehallintaan kiinnitetään erityinen huomio
  - Suunnitteluratkaisuissa huomioidaan sääsuojauksen tarve ja suojien paikalla olo
  - Osapuolten yhteistoiminnalla varmistetaan tarvittavien työvaiheiden toteutettavuus sääsuojan alla
- Suunnitellaan ja toteutetaan tarvittavat rakenteiden väliaikaiset suojaukset

### Purku ja louhinta

- Purku- ja louhintatöiden poikkeavien tai uusien menettelyjen käyttö suunnitellaan (esim. kallion sahaus)
  - Rakennuksen alapuolisten ja lähellä olevien louhintatöiden rajoitukset otetaan huomioon
- Purkujätteiden logistiikka suunnitellaan

## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET

### 7.1 Tutkimuksen tarkastelu

Tutkimuksen tekeminen ja raportointi jakaantuivat kolmeen osaan, jotka olivat teoreettisen viitekehyksen tutkiminen, haastattelujen tekeminen sekä analyysi ja toimintaohjeiden laadinta. Teoreettisen viitekehyksen tutkimisessa perehdyttiin rakennushankkeen suunnitteluvaiheisiin korjausrakentamisen erityispiirteet huomioiden. Suunnitteluprosessi kuvattiin suomalaisen käytännön mukaan ja käytetyt lähteet olivat suomalaisia. Kuitenkin kuhunkin suunnitteluvaiheeseen liittyviä haasteita ja piirteitä tutkittiin myös kansainvälisiä lähteitä käyttäen, sillä huolimatta suunnitteluprosessiin liittyvistä käytännön eroista eri maiden välillä, korjaushankkeiden suunnitteluun liittyvä problematiikka on samalaista riippumatta siitä missä kohde sijaitsee. Suunnitteluprosessin lisäksi kuvattiin eri toteutusmuotojen vaikutusta korjaushankkeen läpivientiin. Suunnitteluprosessin ja toteutusmuotojen tutkimisella pystyttiin täyttämään kirjallisuusselvitykselle asetetut tavoitteet korjaushankkeen suunnitteluprosessin ja toteutusmuotojen vaikutusten kuvaamisesta.

Kirjallisuusselvityksen toisessa osassa tutkittiin tuotantoon liittyviä haasteita korjaushankkeissa suomalaisia ja kansainvälisiä lähteitä käyttäen. Käsiteltävät aiheet valikoituivat tutkijan pohjatietojen perusteella ja tarkentuivat teoriaan tutustumisen edetessä. Kokonaisuudessaan teoriaosuus antoi riittävät lähtökohdat tutkimuksen empiriaosuuden suunnittelulle; korjaushankkeen suunnitteluprosessiin ja tuotantoon tutustuminen kirjallisuusselvityksen avulla toimi pohjana näiden asioiden yhdistämiselle empiriaosuudessa. Tutkijan tietojen karttuminen tutkittavasta aiheesta kirjallisuuskatsausta tehtäessä edesauttoi teemahaastattelujen suunnittelua ja toteutusta.

Tutkimuksen empiirisessä osuudessa tutkimusmenetelmänä oli teemahaastattelu. Kahdeksaa korjaushanketta koskien tehtiin yhteensä 17 haastattelua. Haastattelujen tavoitteena oli selvittää tuotannon ongelmat sekä niiden syyt käsitellyissä hankkeissa. Lisäksi hankittiin tietoa siitä, miten tuotannon ongelmia voitaisiin ehkäistä jo hankkeen suunnitteluvaiheessa. Teemahaastattelun valinta tutkimusmenetelmäksi oli tavoitteet huomioiden onnistunut. Teemahaastattelun edut, kuten vapaamuotoisen vastaamisen mahdollisuus ja jatkokysymysten esittäminen tulivat esiin hankkeiden kompleksisista ongelmista keskusteltaessa. Haasteina olivat kuitenkin esimerkiksi haastateltavien mahdollinen subjektiivisuus ja haastatteluajankohdan vaikutus saatuihin vastauksiin. Hankkeen valmistumisesta kulunut aika tai käynnissä olevan hankkeen tilanne saattoivat vaikuttaa vastauksiin. Hankkeista pyrittiin muodostamaan mahdollisimman objektiivinen kuva eri osapuolten haastatteluja vertailemalla ja tutustumalla hankkeista saatuihin dokumentteihin. Jokaista hankkeesta tehtiin myös juurisyyanalyysi koskien yhtä haastetta tai onnistumista. Juurisyyanalyysi soveltui hyvin hankkeiden tapahtumien syy-seuraussuhteiden käsitte-

lyyn. Tutkija suoritti juurisyyanalyysit itsenäisesti, mutta tutkijan ja haastateltujen ryhmätyöskentely juurisyyanalyysien tekemisessä olisi voinut tuottaa mielenkiintoisia tuloksia. Tähän ei kuitenkaan ollut mahdollisuuksia aikataulusyistä.

Ennen teemahaastattelujen aloittamista tutkijalla ei ollut kokemusta haastattelujen tekemisestä, mutta haasteesta selvittiin teemahaastattelurungon huolellisella laatimisella. Tutkija myös harjaantui haastattelijana tutkimuksen edetessä. Tutkijan laajemmat ennakkokokemukset vaativista korjaushankkeista olisivat voineet auttaa tarkentavien kysymysten esittämisessä, mutta kokonaisuudessaan haastattelut olivat onnistuneita ja niistä saatujen vastausten avulla tutkimuksen tavoitteiden saavuttaminen oli mahdollista.

## 7.2 Tulosten tarkastelu

Merkittävimmät tuotantoa haitanneet ongelmat liittyivät hankkeissa suunnitteluun ja rakentamisen aikana esiin tulleisiin yllätyksiin. Suunnittelussa ongelmia aiheutti toteutus- suunnitelmien valmistuminen liian myöhään sekä puutteet suunnitelmien yhteensovituksessa. Suunnittelun ongelmien syynä useassa hankkeessa olivat puutteelliset lähtötiedot rakennuksesta. Erityisesti mittatietojen puutteet ja epätarkkuudet, sekä oikeiden mittatietojen saaminen liian myöhään suunnittelijoiden tietoon viivästyttivät suunnittelua ja aiheuttivat uudelleensuunnittelun tarvetta. Ongelma on korjausrakentamiselle tyypillinen korjattavaan rakennukseen liittyvien epävarmuuksien vuoksi. Lisäksi koska rakennus voi olla käytössä ennen rakentamisen aloittamista, rakenteiden avauksia ja tämän jälkeen säilytettävien rakenteiden mittauksia ei ehditä tehdä riittävästi ennen rakentamisen aloittamista. Puutteelliset lähtötiedot kasvattavat suunnittelun tarvetta rakentamisen aikana. Osassa hankkeista rakentamisen aikaiseen suunnitteluun ei oltu varauduttu riittävästi, mikä tarkoitti, että suunnitteluresurssit olivat niukat ja suunnittelijoita oli vaikea saada käymään työmaalla riittävän usein. Valmiiden toteutussuunnitelmien myöhäinen valmistuminen viivästytti tuotantoa ja vaikeutti hankintojen tekemistä, joiden seurauksena tyypillisesti myös kustannukset kasvoivat.

Hankkeissa suunnittelua oli hankittu sekä kiinteähintaisena että erilaisin laskutyösopimuksin. Selkeää korrelaatiota suunnittelun laskutusperusteen ja suunnittelun onnistumisen välillä ei ollut hankkeissa havaittavissa, vaan kummallakin laskutusperusteella suunnittelussa oli sekä onnistumisia että epäonnistumisia. Osa tilaajista katsoi laskutyömallin olevan joustavampi ja soveltuvan siksi paremmin korjaushankkeisiin. Erityisesti rakentamisen aikaisen suunnittelun tarvetta voikin olla vaikea arvioida ja tästä syystä laskutyömallin käyttö on perusteltua. Suunnittelua toteuttavan yrityksen näkökulmasta laskutyömalli poistaa tarpeen säästää hankkeelle varattuja resursseja ja kustannuksia, mutta purkuvaiheen hektisyyttä se ei poista. Purkuvaiheessa esiin tulevien suunnitelmamuutosten nopea toteuttaminen voi vaatia resursseja, joita suunnitteluyrityksellä ei välttämättä ole osoittaa hankkeelle.

Rakentamisen valmistelun tärkeys tuli haastatteluissa esille. Erityisesti urakoitsijat toivoivat, että urakoitsijavalinta tehtäisiin aikaisemmin kuin 1-3 kuukautta ennen rakentamisen aloittamista, jolloin muun muassa hankintojen käynnistämiseksi ja suunnitelmien katselmoinnille olisi enemmän aikaa. Käsitellyissä hankkeissa, joissa urakoitsijan valinnasta rakentamisen aloittamiseen oli 1-3 kuukautta, oli kuitenkin sekä onnistumisia että epäonnistumisia rakentamisvaiheen sujuvuutta tarkasteltaessa. Yli viiden kuukauden valmistautumisajalla rakentamisvaihe meni pääsääntöisesti paremmin. Urakoitsijan valinnalla riittävän aikaisin ja pidemmällä rakentamisen valmisteluajalla on etuja, mutta valitsemalla urakoitsija aiemmin rakentaminen ei automaattisesti suju paremmin. Asiaan vaikuttavat monet muutkin tekijät, kuten hankkeen lähtötietojen riittävyys, suunnittelun ohjaus rakentamisen aikana, osapuolten yhteistyö ja tuotannonohjauksen onnistuminen.

Rakentamisen aikaisista yllätyksistä yleisimmät liittyivät rakenteiden oletettua huonompaan kuntoon sekä pohjaolosuhteisiin ja maarakennustöihin. Jälleen ongelmien syynä voidaan nähdä puutteelliset tiedot kohteesta. Kummakin tyyppiset yllätykset lisäsivät rakentamisen työmäärää. Sääsuojauksen ja logistiikan haasteet olivat myös melko yleisiä. Kokonaisuudessaan hankkeiden ja rakentamisvaiheen haasteet liittyivät suurelta osin hankeprosessiin, suunnitteluun, yllätyksiin ja osapuolten yhteistyöhön. Empiirisestä tutkimuksesta saatujen tulosten voidaan katsoa täyttäneen niille asetetut tavoitteet tuotannon ongelmien sekä niiden syiden selvittämisestä. Tuloksia saatiin myös koskien toimintaohjeita, joilla ongelmiin voidaan varautua suunnitteluvaiheessa. Haastattelutulosten pohjalta pystyttiin laatimaan lopulliset toimintaohjeet tuotannon huomioimiseksi suunnittelussa ja tähän kohdistui tutkimuksen suurin analysointityö.

Tutkimuksen päätavoite oli laatia toimintaohjeita tuotannon huomioimiseksi korjaushankkeen suunnitteluvaiheessa. Analyysi ja toimintaohjeiden laadinta tehtiin kolmesta näkökulmasta, jotka olivat ihmiset, prosessi ja teknologia. Ihmiset-kategoriassa käsiteltiin hankeosapuolten rooleja, toimintaa, yhteistyötapoja. Toimintaohjeissa painotettiin osapuolten välistä yhteistyötä ja joustavia toimintatapoja rakentamisen aikaisten yllätysten ja haasteiden tehokkaan käsittelyn mahdollistamiseksi. Riittävien resurssien varmistaminen koko hankkeen ajalle etenkin suunnittelun osalta on tärkeää, jotta rakentamisen aikaisiin suunnittelutarpeisiin pystytään vastaamaan tehokkaasti. Hankkeen osapuolet tulee lisäksi sitouttaa hankkeen tavoitteisiin. Prosessi-kategorian toimintaohjeet koskivat projektin hallintaa, valvontaa ja tiedonkulkua. Prosessin osalta toimintaohjeet kohdistettiin paikkansa pitävien lähtötietojen hankintaan suunnittelua varten, aikataulujen laadintaan ja yhteensovittamiseen sekä toteutusmuodon joustavuuteen. Huolellisesti hankitut lähtötiedot kohteesta vähentävät yllätyksiä ja riskejä rakentamisen aikana. Kaikkia riskejä ei kuitenkaan voida poistaa ja joustavat toimintatavat auttavat yllätysten käsittelyssä rakentamisen aikana. Aikataulujen huolellinen laadinta ja valvonta mahdollistavat oikea-aikaisen päätöksenteon, suunnitelmien yhteensovittamisen ja tuotannon etenemisen suunnitellusti. Teknologia-kategorian toimintaohjeet koskivat muun muassa tietomallinnusta, ta-

lotekniikan rakentamista, logistiikkaa ja olosuhdehallintaa. Toimintaohjeilla oli yhtymäkohtia toistensa kanssa. Esimerkiksi tietomallintamisella voidaan edesauttaa talotekniikan riittävien asennustilojen varmistamista ja sääsuojauksella voi olla vaikutusta logistiikkaan.

Tutkimuksen päätavoitteen voidaan katsoa täyttyneen. Toimintaohjeita pystyttiin laatimaan monipuolisesti kolmesta eri näkökulmasta. Toimintaohjeet pyrittiin laatimaan niin, että ne koskevat hankkeen suunnittelun alkuvaihetta, eli hanke- ja ehdotussuunnittelua. Osa toimintaohjeista vaatii niiden aktiivista toteuttamista ja valvontaa myös koko rakentamisvaiheen ajan. Toimintaohjeet eivät ota kantaa hankkeen ominaisuuksiin, vaan ne soveltuvat suurelta osin kaikkiin vaativiin korjaushankkeisiin. Toimintaohjeiden pohjalta voidaan tehdä kuhunkin hankkeeseen soveltuvat toimenpiteet ja niiden merkitys ja painotus voivat vaihdella hankkeen ominaispiirteistä riippuen. Esimerkiksi hankkeessa, jossa ulkovaippaa ei korjata, sääsuojauksen haasteet ovat luonnollisesti vähäisiä.

Tutkimuksen tuloksia ei voida yksiselitteisesti yleistää kaikkiin korjaushankkeisiin. Tulokset hankkeiden haasteista ja niiden syistä antavat kuitenkin kuvan siitä, millaiset ongelmat vaativissa korjaushankkeissa ovat mahdollisia ja miten ne vaikuttavat rakentamiseen. Lisäksi toimintaohjeet ovat sovellettavissa monenlaisiin korjaushankkeisiin. Tutkimuksen tulokset vahvistavat kirjallisuudessa esitettyjä argumentteja siitä, että korjausrakentamisessa korjattavaan rakennukseen liittyvät epävarmuudet ovat merkittävässä asemassa ja nostavat suunnittelun tarvetta rakentamisen aikana. Tuloksia ei testattu tämän tutkimuksen yhteydessä. Testaaminen tapahtuu seuraavissa vaiheissa tutkimushanketta, johon tämä tutkimus kuuluu. Tutkimushankkeen seuraavissa vaiheissa toteutetaan kaksi pilottihanketta, joissa toimintaohjeita testataan ja kehitetään eteenpäin todellisten korjaushankkeiden suunnittelun aikana.

### 7.3 Jatkotutkimusehdotukset

Tärkeä jatkotutkimuskohde on tutkimushankkeen seuraavissa vaiheissa tehtävä toimintaohjeiden testaus. Toimintaohjeita tulee testata, jotta niiden toimivuus todellisissa korjaushankkeissa voidaan todentaa. Lisäksi toimintaohjeita voidaan kehittää eteenpäin pilottihankkeiden tulosten perusteella.

Tulevaisuudessa huomiota voitaisiin kiinnittää myös tietomallinnuksen kehittämiseen korjaushankkeissa. Tässä tutkimuksessa havaittiin korjattavan rakennuksen mittatietojen selvittämisen olevan aikataulullisesti ratkaisevassa asemassa, joten tietomallinnusprosessia tulisi tutkia erityisesti sen pohjalta, millaisia aikatauluvaatimuksia se asettaa mittatiedoille ja muille hankkeen lähtötiedoille. Tietomallinnuksen hyödyt voitaisiin saada laajemmin käyttöön korjaushankkeissa, mikäli tietomallinnusprosessin aikataulutusta kehitettäisiin.



Suunnitelmien yhteensopivuudessa oli ongelmia useissa käsitellyissä hankkeissa ja useat haastateltavat pitivät pääsuunnittelijan toimintaa suunnitelmien yhteensovittamisessa puutteellisena. Ongelman myös kerrottiin esiintyvän rakennushankkeissa yleisesti. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan perehdytty pääsuunnittelijan rooliin ja toimintaan. Suunnitelmien yhteensovittamisen käytäntöjen ja pääsuunnittelijan roolin tutkiminen erityisesti vaativissa uudisrakennus- ja korjaushankkeissa voisi olla mahdollinen jatkotutkimuskohde. Tutkimuksella voitaisiin saada tietoa siitä, miten vastuut suunnitelmien yhteensovittamisessa käytännössä jakautuvat ja miten suunnitelmien yhteensovittamisen käytäntöjä ja pääsuunnittelijan roolia voitaisiin kehittää.

## LÄHTEET

Alastalo, T. (2014). Aikataulullisen tuotannonohjauksen kehittäminen suuressa korjausrakennushankkeessa: diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

Alasuutari, P. (1999). Laadullinen tutkimus, 3. uud. p. ed. Vastapaino, Tampere, 317 s.

Arditi, D., Toklu, Y.C. & Elhassan, A. (2002). Constructability Analysis in the Design Firm, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 128(2), pp. 117-126.

Assemblin (2017). Saatavissa (14.3.2017): [http://fi.assemblin.com/hubfs/Linjasaneeraus\\_Silotek-paakuva1487x520px.png?t=1489132670471](http://fi.assemblin.com/hubfs/Linjasaneeraus_Silotek-paakuva1487x520px.png?t=1489132670471)

Attalla, M., Hegazy, T. & McKim, R. (2000). Project Performance Control in Reconstruction Projects, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 126(2), pp. 137-141.

Attalla, M.M. (1997). Project control techniques, reconstruction of occupied buildings, UWSpace, Saatavissa (31.8.2017): <http://hdl.handle.net/10012/22>.

Egbu, C.O. (1999). Skills, knowledge and competencies for managing construction refurbishment works, *Construction Management & Economics*, Vol. 17(1), pp. 29-43.

Egbu, C.O., Young, B.A. & Torrance, V.B. (1998). Planning and control processes and techniques for refurbishment management, *Construction Management and Economics*, Vol. 16(3), pp. 315-325.

Elinkaarimallit. Tilapalveluhankkeiden vaihtoehtoiset toimintatavat (2005). in: VTT Tiedotteita - Research Notes 2315, VTT.

Forbes, L. & Ahmed, S. (2010). Quality Management in Construction, *Modern Construction*, CRC Press, pp. 229-272.

Haavisto, I. (2013). Tietomallintaminen korjausrakentamisen rakennesuunnittelussa: diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

Hadavi, A., Krizek, R.J. & Lo, W. (1996). Lessons Learned from Multiphase Reconstruction Project, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 122(1), pp. 44-54.

Hanhijärvi, H., Kankainen, J. (2003). Kokemuksia suunnittelua sisältävistä urakkamuodoista. Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden laboratorion raportteja. Teknillinen korkeakoulu. Helsinki University of Technology. 100 s.

Hassanain, M.A. & Al-Mudhei, A. (2006). Business continuity during facility renovations, *Journal of Corporate Real Estate*, Vol. 8(2), pp. 62-72.

Heino, M.V. (2015). Johtamisen ja organisoinnin periaatteiden kehittäminen rakennusalan allianssihankkeisiin Suomessa: diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

Hirsijärvi, S. & Hurme, H. (2008). Tutkimushaastattelu : teemahaastattelun teoria ja käytäntö, Gaudeamus Helsinki University Press, Helsinki, 213 s.

Howell, G.A. & Mitropoulos, P. (2002). Renovation Projects: Design Process Problems and Improvement Mechanisms, *Journal of Management in Engineering*, Vol. 18(4), pp. 179-185.

Junnonen, J., Lindstedt, T., Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto & Suomen rakennusinsinöörien liitto (2011). Teolliset ratkaisut korjausrakentamisessa, Suomen rakennusinsinöörien liitto, Helsinki, 59 s.

Junnonen, J-M. (2010). Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Suomen rakennusmedia Oy. 148 s.

Kagioglou, M., Cooper, R., Aouad, G. & Sexton, M. (2000). Rethinking construction: the Generic Design and Construction Process Protocol, *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 7(2), pp. 141-153.

Kaivonen, J. & Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto (1994). Rakennusten korjaustekniikka ja talous, Rakennustieto, Helsinki.

Kankainen, J. & Junnonen, J. (2001). Rakennuttaminen, Rakennustieto, Helsinki.

Karilahti, T. (2006). Toteutusvaiheen muutosten ennakointi ja hallinta korjausrakennushankkeessa: diplomityö (2006). Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

Kenley, R. & Seppänen, O. (2010). Location-Based Management System for Construction: Improving Productivity Using Flowline, Taylor & Francis Ltd, GB.

Kiiras, J. (2011). Projektinjohtohankkeen riskienhallinnan kehittäminen, Rakennustieto Oy, Helsinki.

Koskenvesa, A., Sahlstedt, S., Talonrakennusteollisuus (yhdistys) & Rakennustietosäätiö (2011). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, Rakennustieto, Helsinki.

Kruus, M., Kiiras, J., Raveala, J., Saari, A., Salmikivi, T. (2006). Suke: malli suunnittelun ohjaukseen projektinjohtohankkeissa, Rakennustieto, Helsinki.

Lahdenperä, P. (2012a). Making sense of the multi-party contractual arrangements of project partnering, project alliancing and integrated project delivery, *Construction Management and Economics*, Vol. 30(1), pp. 57-79.

Lahdenperä, P. (2012b). Allianssitiimin valinta. Ensimmäisen hankkeen menettelyt ja niitä koskevan palautekyselyn tulokset, *VTT Technology* 34, VTT.

Lahdensivu, J., Köliö, A., Pakkala, T., Koskinen, J., Haukijärvi, M., Pentti, M. & Suomen betoniyhdistys (2013). Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, BY-Koulutus, Helsinki.

Lambeck, R. & Eschemuller, J. (2009). *Urban Construction Project Management* (McGraw-Hill Construction Series), Renovation and demolition, Chapter, McGraw-Hill Professional, US.

Laufer, A., Denker, G.R. & Shenhar, A.J. (1996). Simultaneous management: The key to excellence in capital projects, *International Journal of Project Management*, Vol. 14(4), pp. 189-199.

Lee, H. (2012). Renovation scheduling to minimize user impact of a building that remains in operation, *Automation in Construction*, Vol. 22 pp. 398-405.

Lehtiranta, L. (2014). Collaborative risk management in complex construction projects; Riskienhallintayhteistyön kehittäminen projektinjohtohankkeissa, Aalto University; Aalto-yliopisto, 86 + app. 89 p. Available: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-5641-8>

Leskinen, S. (2016). Yhteistoimintaurakkamuodot korjausrakentamisessa: diplomityö, Aalto-yliopisto, Espoo, 57 s.

Liker, J. & Meier, D. (2005). *The Toyota Way Fieldbook*, Complete a Thorough Root Cause Analysis, Chapter, McGraw-Hill USA, US.

Lindstedt, T., Kärki, A., Palmu, T., Junnonen, J-M. (2011). Teollisten korjausrakentamismenetelmien konseptointi, Aalto-yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, 72 s.

Maankäyttö ja rakennuslaki 5.2.1999/132 (1999).

Mäkiö, E. (2003). Museoviraston korjauskortti 21, Rakennusosien työmaa-aikainen suojaus, Helsinki, Museovirasto. Saatavissa: <http://www.nba.fi/fi/File/2129/korjauskortti-21.pdf>

Naaranoja, M. & Uden, L. (2007). Major problems in renovation projects in Finland, *Building and Environment*, Vol. 42(2), pp. 852-859.

Naoum, S.G. & Egbu, C. (2016). Modern selection criteria for procurement methods in construction, *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol. 9(2), pp. 309-336.

Olenius, A., Nissinen, S., Rakennusteollisuus, R.T. & Rakennustietosäätiö (2006). *Korjaustöiden laatu 2007*, Rakennustieto, Helsinki.

Othman, A., (2011). Improving Building Performance through Integrating Constructability in the Design Process, *Organization, technology and management in construction - an international journal*, pp. 333-347.

Pulakka, S., Häkkinen, T., Mäkeläinen, T., Rekola, M., Anttila, M., Mäkelä, E., Rissanen, R., Niittyniemi, M., Riikonen, J., Selänne, S. & Mero, M. (2014). *Elvyttävän korjausrakentamisen toimintatavat – Loppuraportti*, VTT, 55 s.

Pulaski, M.H. & Horman, M.J. (2005). Organizing Constructability Knowledge for Design, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 131(8), pp. 911-919.

Rahmat, I. & Ali, A.S. (2009). The involvement of the key participants in the production of project plans and the planning performance of refurbishment projects, *Journal of Building Appraisal*, Vol. 5(3), pp. 273-288.

Rakennusteollisuus RT (2017a). *Korjausvelka*. Saatavissa (19.9.2017): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Korjausrakentaminen1/Korjausvelka/>

Rakennusteollisuus RT (2017b). *Suhdannekatsoaus*, maaliskuu 2017. Saatavissa (19.9.2017): <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanneet/Suhdannekatsoaukset/>

Ratu 82-0347 (2009). *Asbestia sisältävien rakenteiden purku*, Rakennustietosäätiö RTS, 20 s.

Ratu S-1231 (2012). *Korjausrakentamisen tuotannonsuunnittelu*, Rakennustietosäätiö RTS, 23 s.

RT 10-11107 (2013). *Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12*, Rakennustietosäätiö RTS, 24 s.

RT 10-11108. (2013). *Pääsuunnittelun tehtäväluettelo PS12*, Rakennustietosäätiö RTS, 12 s.

RT 10-11109 (2013). *Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK12*, Rakennustietosäätiö RTS, 20 s.

RT 10-11128 (2013). *Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12*, Rakennustietosäätiö RTS, 28 s.

RT 10-11224 (2016). Talonrakennushankkeen kulku, Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. Rakennustietosäätiö RTS, 4 s.

RT 10-11255 (2017). Talonrakennushankkeen kulku – Riskien- ja laadunhallinta, Rakennustietosäätiö RTS, 14 s.

RT 13-11120 (2013). Suunnittelun johtaminen korjaushankkeessa. Rakennustietosäätiö RTS. 19 s.

Ruusuvuori, J., Nikander, P. & Hyvärinen, M. (2010). Haastattelun analyysi, Vastapaino, Tampere, 470 s.

Smith, N.J., Merna, T. & Jobling, P. (2013). Managing Risk in Construction Projects, Third; 3; 3rd ed. Wiley-Blackwell, GB.

Sullivan, G., Barthorpe, S. & Robbins, S. (2010). Managing Construction Logistics, 1st ed. Wiley-Blackwell, US.

Söderström, P. (2013). Integroitu projektitoimitus lisä- ja korjausrakentamisessa: diplomityö, Oulun yliopisto, Oulu, 61 s.

Tabibian, S. & Ghavami, M. (2016). NEW HVAC SYSTEM IN RESTORATION OF HISTORIC BUILDINGS, Journal of Nature Science and Sustainable Technology, Vol. 10(1), pp. 37.

Taurén, T. (2016). Konservointi- ja restaurointitöiden hallinta korjaushankkeissa: diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 103 s.

Tischer, A., Besiou, M. & Graubner, C. (2013). Efficient waste management in construction logistics: a refurbishment case study, Logistics Research, Vol. 6(4), pp. 159-171.

Toikkanen, A., Kiiras, J. (1993). Korjauskohteiden työsuunnittelu, Rakennusteollisuuden keskusliitto, Espoo, 98 s.

Vainio, T. & Airaksinen, M. (2011). Korjausrakentamisen roadmap, Tekes.

Wind, N. (2015). Osittelun käyttö rakennushankkeissa: diplomityö, Aalto-yliopisto, Espoo, 79 s.

Yle (2013). Uusi tuhannen neliön väistötila helpottaa Tampereen päiväkotien remontteja. Saatavissa (22.2.2016): <http://yle.fi/uutiset/3-6971578>

Zeiler, W., Savanovic, P. (2008). Collaborative design management: Learning by doing. Design management in the architectural engineering and construction sector. pp. 3-13.

## LIITE A: HAASTATTELUPYYNTÖKIRJE

### Tutkimushaastattelupyyntö

Tampereen teknillinen yliopisto suorittaa vaativien korjaushankkeiden hallintaa koskevaa tutkimusta, jonka rahoittajina toimii useita rakennusalan toimijoita ja rakennuttajia. Tutkimuksen tavoitteena on kehittää hyviä menettelytapoja ja käytäntöjä, joiden avulla voidaan rakennustuotantotekninen näkökulma ottaa huomioon jo korjaushankkeen alkuvaiheessa. Tutkimuksen rahoittajat ovat:

Senaatti-kiinteistöt  
Helsingin yliopisto  
Lahden kaupunki, tilakeskus  
Helsingin kaupunki, tilakeskus  
Espoon kaupungin tilapalvelut  
Vantaan kaupunki, tilakeskus  
Consti  
Fira  
NCC  
Granlund  
A-Insinöörit  
Ramboll

Tutkimuksessa suoritetaan teemahaastatteluja koskien hiljattain valmistuneita tai rakennusvaiheen loppupuoella olevia korjaushankkeita. Haastatteluissa käsitellään rakentamisvaiheessa ilmenneitä ongelmia ja onnistumisia sekä sitä, miten niihin oltaisiin voitu varautua hankesuunnittelu ja ehdotussuunnitteluvaiheissa. Haastattelut suorittaa tekn. yo. Tuomas Aalto (puh. 0442769613, sähköposti: tuomas.aalto@tut.fi). Tutkimuksen suoritusta ohjaavat TkL Juha-Matti Junnonen ja Prof. Arto Saari.

Tutkimushankkeessa tehdään kolme diplomityötä ja yhteenvetoraportti. Lisäksi kirjoitetaan artikkeli kansainväliseen tiedelehteen. Hankkeita on tarkoitus käsitellä tutkimusraportissa niiden oikeilla ja yksilöivillä nimillä. Hankkeissa mukana olleita toimijoita käsitellään toimenkuvaa kuvaavilla yleisnimillä, esimerkiksi rakennuttaja, pääurakoitsija tai LVI-urakoitsija. Organisaatioiden tai henkilöiden nimiä ei mainita.

Rakennuttamanne/urakoimanne *Hankkeen nimi* on valittu yhdeksi käsiteltäväksi hankkeeksi. Pyydämme saada haastatella teitä hankkeeseen liittyen. Hanketta koskien on tarkoitus haastatella tilaajan edustajaa *Organisaatiosta A* ja päätoteuttajan edustajaa *Organisaatiosta B*.

Tampere pp.kk.2017

Arto Saari

Professori, tutkimuksen vastuullinen johtaja  
puh. 050 301 6026  
Sähköposti: arto.saari@tut.fi

## LIITE B: TEEMAHAASTATTELURUNKO: TILAAJA

### Teemahaastattelurunko – Vaativat korjaushankkeet, tilaaja

#### 1. Haastateltava

Perustiedot haastateltavasta, organisaatio, toimenkuva

Toimenkuva ja tehtävät käsiteltävässä hankkeessa?

#### 2. Hanke

Kerro hankkeesta yleisesti:

- Kohteen käyttötarkoitus (muuttuiko vai pysyi samana)?
- Hankkeen koko: euromääräisesti ja laajuudeltaan?
- Hankkeen aikataulu (vaiheittain kuukausitasolla)? Mitkä tekijät määrittivät rakennusajan (rakentamisen alkamisen ja loppumisen)?
- Mikä oli kohteen toteutusmuoto?
  - Kenen vastuulla suunnittelun johtaminen ja toisaalta suunnittelun ohjaus olivat? Kenen nimiin suunnittelijasopimukset oli tehty?
  - Miten urakat oli jaettu ja organisoitu?
- Mitä korjattiin ja kuinka perusteellisesti (korjausasteet rakenteissa, pinnoissa ja talotekniikassa)? Tehtiinkö lisärakentamista (laajennuksia)?
- Oliko kohteessa merkittäviä ominaispiirteitä (esim. suojelulliset asiat, vaativia rakenteita, oliko kohde turvaluokiteltu)?
- Valmistuiko hanke aikataulun tai budjetin puitteissa? (**Dokumentteja tutkijoiden käyttöön?**) Mitkä tekijät aiheuttivat aikataulun tai budjetin pettämisen?

#### 3. Lohkotus

Miten kohde oli lohkotettu? Millä perusteella?

- Muutettiin lohkoja esim. suunnittelu-, purku- tai rakennusvaihetta varten?
- Vaikuttiko mahdollinen käyttö korjaamisen aikana kohteen lohkotukseen?
- Tehtiinkö kohteessa töitä maanalaisissa tiloissa, vaikuttivatko ne lohkotukseen?
- Miten talotekniikan palvelualueet vaikuttivat lohkotukseen?

Otettiin kohde käyttöön lohkoittain vai luovutettiin se kerralla?

#### 4. Tuotanto

Oliko rakennus käytössä korjauksen aikana? Miten käyttö otettiin huomioon tuotannossa (väistötilat, tuotannon osittelu)?

- Jos oli, niin aiheutuiko käytöstä haittaa rakennustöille tai toisin päin?
- Minkälaisia ja miten ne ratkaistiin?

Muuttuivatko suunnitelmat tuotannon aikana? Tehtiinkö paljon lisä- ja muutostöitä rakentamisen aikana?



- Mitkä olivat keskeisiä syitä lisä- ja muutostöihin?

Löytyikö rakenteista yllätyksiä, jotka aiheuttivat lisä-/muutostöitä tai uudelleensuunnittelua? Millaisia?

- Miten näihin oli varauduttu tai oltaisiin voitu varautua?
- Mitä esitutkimuksia kohteessa oli tehty?
- Olivatko rakennuksen kuntotutkimukset riittävän tarkkoja ja kattavia?

Oliko kohteessa ongelmia työmaalogistiikan tai varastotilan suhteen?

- Miksi? Miten ongelmat oli ratkaistu?

Käytettiinkö kohteessa teollisia korjausmenetelmiä? Millaisia? Miksi niitä käytettiin/ei käytetty (aikataulu ja kustannussyitä)?

- Miten tämä vaikutti suunnitteluun ja toteutukseen?
- Miten teollisten korjausmenetelmien käyttö onnistui?

Mikä oli suurin tuotannon ongelma, joka aiheutti aikataulu- tai kustannusylityksiä?

- Mitkä olivat sen syyt?

Oliko rakentamisessa tai hankeprosessissa onnistumisia?

- Mitkä olivat onnistumisten syyt?

## 5. Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa

Miten tuotantotekniset asiat huomioitiin hankesuunnitteluvaiheessa vai otettiin niitä lainkaan huomioon? (**Hankesuunnitelma tutkijoiden käyttöön?**)

- Mitkä osapuolet olivat vaiheessa mukana?
- Kuka arvioi tuotantoteknisiä asioita?

Entä ehdotus- tai yleissuunnittelussa, huomioitiinko tuotantoteknisiä asioita näissä vaiheissa? (**Ehdotussuunnitelmia tutkijoiden käyttöön?**)

- Mitkä osapuolet olivat vaiheessa mukana?
- Kuka arvioi tuotantoteknisiä asioita?
- Tehtiinkö kohteessa tietomallinnusta?

Missä vaiheessa urakoitsija liitettiin hankkeeseen? Miksi tällöin?

Miten tuotanto olisi voitu ottaa huomioon ja ongelmiin varautua hanke- ja ehdotussuunnitteluvaiheessa? Tässä hankkeessa? Jatkossa muissa hankkeissa?

- Mitkä näkisit hyvinä toimenpiteinä tähän? Ehdotuksia?
- Urakoitsijan rooli? Neuvoa antava vai jo valittu ja hankkeeseen sidottu urakoitsija?

## LIITE C: TEEMAHAASTATTELURUNKO: URAKOITSIJA

### Teemahaastattelurunko – Vaativat korjaushankkeet, urakoitsija

#### 1. Haastateltava

Perustiedot haastateltavasta, organisaatio, toimenkuva

#### 2. Hanke

Kerro hankkeesta yleisesti:

- Kohteen käyttötarkoitus (muuttuiko vai pysyi samana)?
- Hankkeen koko: euromääräisesti ja laajuudeltaan?
- Hankkeen aikataulu (vaiheittain kuukausitasolla)? Mitkä tekijät määrittivät rakennusajan (rakentamisen alkamisen ja loppumisen)?
- Mikä oli kohteen toteutusmuoto?
  - Kenen vastuulla suunnittelun johtaminen ja toisaalta suunnittelun ohjaus olivat? Kenen nimiin suunnittelijasopimukset oli tehty?
  - Miten urakat oli jaettu ja organisoitu?
- Mitä korjattiin ja kuinka perusteellisesti (korjausasteet rakenteissa, pinnoissa ja talotekniikassa)? Tehtiinkö lisärakentamista (laajennuksia)?
- Oliko kohteessa merkittäviä ominaispiirteitä (esim. suojelulliset asiat, vaativia rakenteita, oliko kohde turvaluokiteltu)?
- Valmistuiko hanke aikataulun tai budjetin puitteissa? (**Dokumentteja tutkijoiden käyttöön?**) Mitkä tekijät aiheuttivat aikataulun tai budjetin pettämisen?

#### 3. Lohkotus

Miten kohde oli lohkotettu? Millä perusteella?

- Muutettiin lohkoja esim. suunnittelu-, purku- tai rakennusvaihetta varten?
- Vaikuttiko mahdollinen käyttö korjaamisen aikana kohteen lohkotukseen?
- Tehtiinkö kohteessa töitä maanalaisissa tiloissa, vaikuttivatko ne lohkotukseen?
- Miten talotekniikan palvelualueet vaikuttivat lohkotukseen?

Otettiin kohde käyttöön lohkoittain vai luovutettiin se kerralla?

#### 4. Tuotanto

Oliko rakennus käytössä korjauksen aikana? Miten käyttö otettiin huomioon tuotannossa (väistötilat, tuotannon osittelu)?

- Jos oli, niin aiheutuiko käytöstä haittaa rakennustöille tai toisin päin?
- Minkälaisia ja miten ne ratkaistiin?

Muuttuivatko suunnitelmat tuotannon aikana? Tehtiinkö paljon lisä- ja muutostöitä rakentamisen aikana?

- Mitkä olivat keskeisiä syitä lisä- ja muutostöihin?

Löytyikö rakenteista yllätyksiä, jotka aiheuttivat lisä-/muutostöitä tai uudelleensuunnittelua? Millaisia?

- Miten näihin oli varauduttu tai oltaisiin voitu varautua?
- Mitä esitutkimuksia kohteessa oli tehty?
- Olivatko rakennuksen kuntotutkimukset riittävän tarkkoja ja kattavia?

Oliko kohteessa ongelmia työmaalogistiikan tai varastotilan suhteen?

- Miksi? Miten ongelmat oli ratkaistu?

Käytettiinkö kohteessa teollisia korjausmenetelmiä? Millaisia? Miksi niitä käytettiin/ei käytetty (aikataulu ja kustannussyitä)?

- Miten tämä vaikutti suunnitteluun ja toteutukseen?
- Miten teollisten korjausmenetelmien käyttö onnistui?

Mikä oli suurin tuotannon ongelma, joka aiheutti aikataulu- tai kustannusylityksiä?

- Mitkä olivat sen syyt?

Oliko rakentamisessa tai hankeprosessissa onnistumisia?

- Mitkä olivat onnistumisten syyt?

## 5. Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa

Harmaalla kirjoitetut kysymykset kysytään, jos urakoitsija on ollut ko. vaiheessa mukana.

Miten tuotantotekniset asiat huomioitiin hankesuunnitteluvaiheessa vai otettiinkö niitä lainkaan huomioon? (**Hankesuunnitelma tutkijoiden käyttöön?**)

- Mitkä osapuolet olivat vaiheessa mukana?
- Kuka arvioi tuotantoteknisiä asioita?

Entä ehdotus- tai yleissuunnittelussa, huomioitiinko tuotantoteknisiä asioita näissä vaiheissa? (**Ehdotussuunnitelmia tutkijoiden käyttöön?**)

- Mitkä osapuolet olivat vaiheessa mukana?
- Kuka arvioi tuotantoteknisiä asioita?
- Tehtiinkö kohteessa tietomallinnusta?

Oliko tuotantoa huomioitu riittävästi ja onnistuneesti hankkeen alussa? Ennen kuin urakoitsija tuli mukaan hankkeeseen.

- Millaisia asioita hanke- ja ehdotussuunnittelussa kannattaa huomioida tuotannon osalta?

Missä vaiheessa urakoitsija liitettiin hankkeeseen? (Miksi tällöin?)

Olisiko ollut hyötyä, jos urakoitsija olisi ollut aikaisemmin mukana?

Oliko urakoitsijalla riittävät mahdollisuudet vaikuttaa suunnitelmien rakennettavuuteen ym., kuunneltiinkö mahdollisia ehdotuksia?

Miten tuotanto olisi voitu ottaa huomioon ja ongelmiin varautua hanke- ja ehdotussuunnitteluvaiheessa? Tässä hankkeessa? Jatkossa muissa hankkeissa?

- Mitkä näkisit hyvinä toimenpiteinä tähän? Ehdotuksia?
- Urakoitsijan rooli? Neuvoa antava vai jo valittu ja hankkeeseen sidottu urakoitsija?

## LIITE D: TEEMAAHAASTATTELURUNKO: SUUNNITTELIJA

### Teemahaastattelurunko – Vaativat korjaushankkeet, suunnittelija

#### 1. Haastateltava

Organisaatio

Toimenkuva ja tehtävät käsiteltävässä hankkeessa

#### 2. Hanke

Hankkeen aikataulu teidän osalta? Missä vaiheessa tulitte mukaan hankkeeseen?

Kenen vastuulla suunnittelun johtaminen ja ohjaus olivat? Kenen nimiin suunnittelijasopimukset oli tehty?

- Olivatko vastuut suunnittelun johtamisesta selkeät? Miten suunnittelun johtaminen onnistui?

Kaupallinen malli ja laskutusperuste suunnittelussa?

Mitä korjattiin ja kuinka perusteellisesti (korjausasteet rakenteissa, pinnoissa ja talotekniikassa)? Tehtiinkö lisärakentamista (laajennuksia)?

Merkittävät ominaispiirteet kohteessa (esim. suojelulliset asiat, vaativia rakenteita, oliko kohde turvaluokiteltu)?

Valmistuiko hanke aikataulun ja budjetin puitteissa? Mitkä tekijät mahdollisesti aiheuttivat aikataulun tai budjetin ylittymisen?

#### 3. Lohkotus

Vaikuttiko kohteen lohkotus suunnitteluun?

Muutettiin lohkoja esim. suunnittelu-, purku- tai rakennusvaihetta varten?

#### 4. Suunnittelu ja rakentaminen

Lähtötiedot suunnittelua varten:

- Olivatko lähtötiedot riittävän tarkat ja paikkansa pitävät?
- Saatiinko lähtötiedot riittävän ajoissa?

Muuttuivatko suunnitelmat tuotannon aikana?

- Mitkä olivat keskeisiä syitä suunnitelmien muutoksiin?

Löytyikö rakenteista yllätyksiä, jotka aiheuttivat tai uudelleensuunnittelua? Millaisia?

- Miten näihin oli varauduttu tai oltaisiin voitu varautua?
- Mitä esitutkimuksia kohteessa oli tehty?
- Olivatko rakennuksen kuntotutkimukset riittävän tarkkoja ja kattavia?

Suunnitelmien yhteensopivuus:

- Toteutuiko pääsuunnittelijan velvollisuus suunnitelmien yhteensovittamisesta?
- Aiheutuiko suunnitelmaristiriidoista ongelmia?

Yhteistyö osapuolten välillä:

- Oliko suunnittelijoiden ja suunnittelualojen välinen yhteistyö onnistunutta?
- entä suunnittelijoiden ja tilaajan & käyttäjän välinen yhteistyö?
- suunnittelijoiden ja urakoitsijan välinen yhteistyö?

Tehtiinkö kohteessa tietomallinnusta?

- Oliko se onnistunut?

Suunniteltiinko oikeita asioita oikeaan aikaan? Tarkentuivatko suunnitelmat sopivassa tahdissa hankkeen edetessä?

Mikä oli suurin/suurimmat suunnittelun ongelmat, joka aiheuttivat aikataulu- tai kustannusyli-tyksiä?

- Mitkä olivat sen syyt?

Onnistumiset suunnittelussa ja hankeprosessissa?

- Mitkä olivat onnistumisten syyt?

## **5. Tuotannon huomioiminen hankkeen suunnittelussa**

Miten tuotantotekniset asiat ja suunnitelmien rakennettavuus huomioitiin suunnittelussa?

- Keskusteltiinko näistä pääurakoitsijan kanssa?

Näettekö etua siitä, jos urakoitsija on vaativissa korjaushankkeissa mukana suunnittelussa (hanke-, ehdotus-, yleis-, toteutussuunnittelu)?

Miten tuotanto olisi voitu ottaa huomioon ja ongelmiin varautua hanke- ja ehdotussuunnittelussa ja myös myöhemmin suunnittelussa? Tässä hankkeessa? Jatkossa muissa hankkeissa?

- Millaisia asioita voi ja kannattaa huomioida hankkeen alussa?
- Mitkä näkisit hyvinä toimintatapoina tähän?